

Kirmanen Juha

Osakeskittimen suunnittelu

Kohdeyrityksenä Härmän CNC-koneistus Oy

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka

Tekijä: Juha Kirmanen

Työn nimi: Osakeskittimen suunnittelu

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 6161

Liitteiden lukumäärä: 3

Työn tarkoituksena oli tarkastella FMS-ympäristöä sekä NC-työstökoneita ja suunnitella Härmän CNC-koneistus Oy:lle eräänlainen osakeskitin toimimaan niiden yhteyteen. Osakeskitin tulisi paikoittamaan tietynlaisia osia teollisuusrobotin magneetitarttujalle ja toimimaan Fastemsin toimittaman robottisolun oman logiikkaohjelman alaisena. Suunniteltavaan työhön annettiin muutama kriteeri, joita olivat halpa, yksinkertainen, toimiva, luotettava, vähän tilaa vievä kompakti laite ja kaikkien rakenneosat pitäisi olla mahdollista tuottaa itse koneistamalla. Työhön annettiin myös ehdoksi se, että osakeskitin pitäisi suunnitella toimintakuntoon asti.

Osakeskittimen suunnittelu onnistui hyvin ja suunnitelmat osakeskittimen sijoittamisesta sekä liittämisestä Fastemsin robottisoluun onnistuivat erinomaisesti. Osakeskittimen suunnittelun valmistuttua yrityksen on mahdollista valmistaa kone itse ja saada molemmat robottisolut tuottamaan osaa.

Asiasanat: Osakeskitin, FMS, NC-ohjaus, pneumatiikka, robottisolu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Seinäjoki University of Applied Sciences
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Automation Technology

Author: Juha Kirmanen

Title of the thesis: Planning of a part centralizer

Supervisor: Markku Kärkkäinen

Year: 2009 Number of pages: 61 Number of appendices: 3

The idea of this thesis was to examine FMS-environment and NC-Machines and to plan a part centralizer to Härmän CNC. The part centralizer would be centralizing parts for the magnetic gripper of industrial robots and it would be working with the PLC of Fastems robot cell. Härmän CNC gave some criteria to this work. The part centralizer has to be cheap, simple, working, reliable, and compact. The company should also be able to produce all the assemblies with their own NC-machines. They also gave a term that the part centralizer should be planned so far that it would be ready for action.

Planning the part centralizer was a success as well as the plans for the placement of the part centralizer and its connecting to the Fastems robot cell. After the planning of the part centralizer the company has the opportunity to manufacture this machine and it will be possible for both the robot cells to work simultaneously on a specific part.

Keywords: part centralizer, FMS, NC-control, pneumatics, robot cell

ABSTRACT

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KOHDEYRITYKSENÄ HÄRMÄN CNC-KONEISTUS OY	8
2.1 Historia ja nykypäivä	8
2.2 Yrityksen konekanta ja tuotteet	8
3 FMS-JÄRJESTELMÄT	10
3.1 Mikä on FMS-järjestelmä?	10
3.2 FMS-järjestelmän ohjaus	12
3.2.1 Ethernet-verkko	12
3.2.2 MAP-standardi	13
3.3 FMS:n toimintatapoja	13
3.4 FMS-järjestelmän edut ja kannattavuus	13
4 CNC- JA NC-TYÖSTÖKONEET ENNEN JA NYT	15
4.1 Työstökoneiden historiaa	15
4.2 NC ja CNC	16
4.2.1 Ohjaustapoja	18
4.2.2 Ohjelmointikoordinaatisto	19
4.3 NC-ohjauksen hyötyjä	19
5 ROBOTIT	21
5.1 Yleistä roboteista	21
5.2 Robottijärjestelmät	22
5.3 Robottisolut	22
5.4 Robotin anturit ja aistinjärjestelmät	23
5.4.1 Robottitarraimet	23
6 OSAKESKITTIMEN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	25
7 OSASUUNNITTELU	28
7.1 Lattialevy	28
7.2 Vaaituslevy	29
7.3 Vaaitusholkki	30
7.4 Sorvipakan- ja moottorin kiinnityslevy (ylälevy)	31

7.5 Paineilmamoottorin kiinnitysrauta.....	32
7.6 Osakeskittimen rakenne koottuna	33
8 PAINEILMAJÄRJESTELMÄN MOOTTORI JA SORVIPAKKA....	34
8.1 Paineilmajärjestelmä	34
8.2 Paineilmajärjestelmän toiminta.....	35
8.3 Paineilmamoottori	35
8.4 Paineilmatarvikkeet	36
8.5 Itsekeskittävä sorvipakka	37
9 OSAKESKITTIMEN JÄRJESTELMÄN TOIMINTA	39
10 OSAKESKITTIMEN SIJOITTAMINEN.....	40
11 LOPUKSI.....	41
LÄHTEET.....	43
LIITTEET.....	45

1 JOHDANTO

2000-luvulla Suomessa kilpailu eri metalliyriyten välillä on kovaa. Yritykset kilpailevat hintojen lisäksi myös toimitusajoilla, laadulla ja palvelujen joustavuudella. Vastatakseen kilpailuun yritysten on jatkuvasti kehitettävä omia järjestelmiään ja uusittava konekantoja. Tämän työn pyrkimyksenä on vastata omalta osaltaan näihin haasteisiin.

Miksi oli tarpeellista kehittää eräänlainen osakeskitin? Härmän CNC-koneistus Oy:lle tuli tarve saada osakeskitin, koska tuotantoa haluttiin nopeuttaa tiettyjen osien valmistamisessa. Yrityksellä on kaksi robottisolua, joissa molemmissa on Fanuc-kiertyvänivelinen robotti ja Daewoo Puma NC -sorvi, mutta robottien tarttumat ovat erilaiset. Toisessa robotissa on magneettinen tarttuja, joka ei pysty tarttumaan osaa aina samasta kohtaa kiinni. Tästä johtuen robotin ei ole mahdollista kiinnittää osaa sorvinpakkaan. Näistä lähtökohdista tuli tarve kehittää osakeskitin, joka keskittäisi osan aina samaan kohtaan, josta magneettitarttuja pystyisi ottamaan kiinni ja osa olisi aina samassa kohtaa magneettitarttujassa.



KUVA 1. Robottisolun magneettitarttuja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja kehittää valmis osakeskitin, jolla saataisiin lisättyä ja nopeutettua yrityksen tuotantoa. Osakeskitintä ei ole tarkoitus valmistaa tuotteeksi myyntiin, vaan tuote tulisi toimimaan ainoastaan yrityksen omana laitteena. Osakeskittimen ulkoiselle muodolle ei ollut muuta vaatimusta kuin että se olisi kompakti paketti tilanpuutteen vuoksi.

Osakeskittimen toteuttamiseen vaadittiin paljon suunnittelemista ja tutkimustyötä. Opinnäytetyö rajattiin osakeskittimen rakenteelliseen suunnittelemiseen, moottori- ja paineilmatekniikan suunnitteluun ja sijoittamiseen sekä sen suunnitteluun, miten osakeskitin liitetään FMS-järjestelmään. Osakeskitin on tarkoitus kehittää ja liittää FMS-järjestelmään omana työnä opinnäytetyön jälkeisenä projektina, jota valvoo ja työstää osakeskittimen suunnittelija.

2 KOHDEYRITYKSENÄ HÄRMÄN CNC-KONEISTUS OY

2.1 Historia ja nykypäivä

Härmän CNC-koneistus Oy on NC-koneistukseen erikoistunut alihankintayritys, joka sijaitsee keskellä Etelä-Pohjanmaata Kauhavalla Ylihärmän kaupunginosassa. Härmän CNC-koneistus Oy perustettiin vuonna 1988. Perustajina olivat Heikki Pouhula ja Esko Linna. Yritys aloitti aluksi pienissä 140 neliön vuokratiloissa ja käytössä olivat manuaaliset koneet. Vuonna 1994 vuokrattiin lisätilaa 80 neliötä ja samalla palkattiin ensimmäinen ulkopuolinen työntekijä. Vuonna 1998 yritys rakennutti itselleen uudet toimitilat Yrittäjäntielle Ylihärmään Valtatie 19:n varteen. Koska iso raaka-ainevarasto ja koneet vievät paljon tilaa, toimitiloja on jouduttu laajentamaan jälkeinpäin kaksi kertaa. Nykyisin yrityksen tilat ovat noin 1400 neliötä. Härmän CNC-koneistuksen päätoimialoja ovat koneistus ja alihankinta. Yritys valmistaa metallialan osia ja erilaisia osakokonaisuuksia. Yrityksen suurimpia yhteistyökumppaneita ovat esimerkiksi Hydroll Oy, Finn-Power Oy, ja Alamarin-Jet Oy. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2008 noin 2,2 miljoonaa euroa. Yritys työllistää nykyään noin 20 työntekijää. (Ylinen 2009.)

2.2 Yrityksen konekanta ja tuotteet

Härmän CNC-koneistus Oy:ssä avainasemassa ovat tuotteiden korkea laatu, toimitusvarmuus ja palvelun joustavuus. Laadun takeena on kattava konekanta ja ammattitaitoinen henkilöstö. Yrityksellä on tällä hetkellä käytössä 5 jyrsintä, 8 sorvia, 2 robottisolua ja 1 portaalirobotti. Yrityksen käytössä on myös ISO 9001/2008:n mukainen laatujärjestelmä. Tuotteet valmistetaan ja toimitetaan asiakkaan antamalla ehdoilla. Yritys tarjoaa myös lisäpalveluna koneistettuihin kappaleisiinsa mahdolliset lisätyöt, joita ovat esimerkiksi sisäpuoliset kiilaurat, musta- ja

keltapassivointi, sähkö- ja kuumasinkitys, hitsaus, kovakromaus, karkaisu, hehkutus sekä märkä- ja pulverimaalaus. (Ylinen 2009.)



KUVA 2. Esimerkki jauhemaalauksesta.

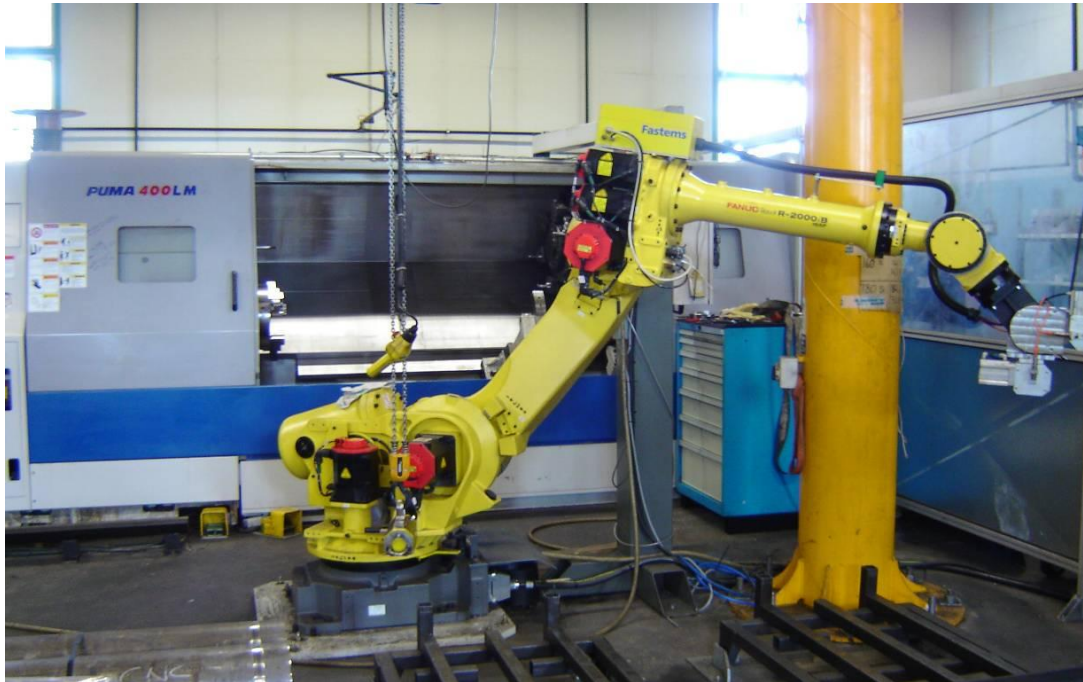
3 FMS-JÄRJESTELMÄT

3.1 Mikä on FMS-järjestelmä?

FMS-järjestelmät alkoivat kehittyä vasta 1970-luvun lopussa, mutta Suomessa varsinainen FMS-aikakausi alkoi vasta vuonna 1982. Yleisin FMS-järjestelmä Suomessa on hyllystöhissiin perustuvan korkeavaraston ympärille rakennettu järjestelmä. Suomen ensimmäinen FMS-järjestelmä sai alkunsa, kun Fastems Oy toimitti Valmet Oy:lle Suolahden traktoritehtaalle joustavan automaattisen valmistusjärjestelmän. Järjestelmä sisälsi kolme koneistuskeskusta ja palettien makasiini- ja kuljetusjärjestelmän. Kyseinen järjestelmä on tänä päivänäkin toiminnassa, mutta paljon kehittyneempänä uusien koneiden ja päivitysten myötä. (Aaltonen & Torvinen 1997, 260–261.)

FMS-lyhenne tulee sanoista Flexible Manufacturing System, joka tarkoittaa vapaasti suomennettuna joustavasti toimivaa automaattista valmistamista. FMS rakennetaan yleensä toimimaan automaattisen varaston ympärille, johon liitetään erilaisia NC-ohjattuja työstökoneita. (Hakola 2001.)

FMS-järjestelmää voidaan käyttää myös yksittäisen NC-ohjatun koneen ympärillä. NC –kone on numeraalisesti ohjattu työstökone, jolla voidaan ajaa kappaleisiin esimerkiksi erilaisia muotoja. Tällaisessa tapauksessa liitetään automaattinen kappaleenkäsittelijä koneen lähistölle. FMS-ympäristö pyritään yleensä pitämään niin sanotusti miehittämättömänä, koska tällöin koneet voivat toimia myös öisin ja viikonloppuisin. (Fastems Oy. [Viitattu 17.10.2009.]



KUVA 3. Esimerkki yksittäisen NC-koneen FMS-ympäristöstä.

FMS-järjestelmiä käytetään paljon metalliteollisuudessa. Yleensä automaattivaraston ympärillä toimivat NC-koneet ovat sorveja, jyrsijöitä ja robotteja. FMS:n käyttö asettaa kuitenkin paljon rajoituksia. Sen käyttäminen on yleensä kannattavaa vain kappaleisiin, joita valmistetaan paljon. (Hakola 2001.)

FMS-järjestelmään kuuluvien mekaanisten järjestelmien lisäksi FMS:n tärkeimpänä osana ovat tiedonhallinnan järjestelmät, joiden avulla on mahdollista tuottaa automaatiota, tuotannonhallintaa ja järjestelmän ohjausta. FMS:n yleisenä vaatimuksena on myös se, että se on tarvittaessa mahdollista liittää sitä käyttävän yrityksen omaan tietojärjestelmään. (Hakola 2001.)

FMS-järjestelmä mahdollistaa lähes jatkuvan tuotannon vähäisellä valvonnalla tai kokonaan ilman järjestelmän miehitystä. Järjestelmä mahdollistaa myös automaattisen kappaleenkäsittelyn, työstämisen, NC-koneiden ja sitä hallitsevan järjestelmän seuraamisen. Erilaisten kappaleiden valmistaminen sekä kappalemäärien vaihtelevuus on järjestelmälle mahdollista. Erilaisten ohjelmien, laitteiden ja asetusten lisääminen järjestelmään on myös mahdollista ilman, että aiempien koko-

naisuuksien asetukset kärsivät tai muuttuvat uusista konfiguroinneista. Järjestelmää voidaan laajentaa tai pienentää haluttaessa myöhemmin ja järjestelmän komponentteja voidaan myös käyttää yksittäisinä. (Fastems Oy. [Viitattu 17.10.2009.]; Hakola 2001.)

3.2 FMS-järjestelmän ohjaus

FMS-ohjaus on yksinkertaisuudessaan tietokoneohjelma, jolla ohjataan ja valvotaan järjestelmän laitteita ja luodaan järjestelmään tarvittavat tiedot. FMS:n ohjauksen hoitavat joko PC, ohjelmoitava logiikka tai manuaalinen käsittely. Yleisimmin ohjaus on kuitenkin toteutettu PC:llä. FMS-järjestelmää ohjataan järjestelmään liitettyllä ohjausyksiköllä, joka sisältää yleensä normaalin PC-laitteiston. PC-laitteistoon sisältyy keskusyksikkö, näyttö, näppäimistö ja hiiri. Teollisuuskäytössä on kuitenkin yleensä teollisuuskäyttöön tarkoitettuja tietokonelaitteistoja ja muita suojattuja ratkaisuja, koska ne kestävät paremmin teollisuudesta johtuvia epäpuhtauksia kuten pölyä ja erilaisia teollisuusrasvoja. FMS-järjestelmässä tiedonsiirto hoidetaan erilaisilla verkkoratkaisuilla ja siihen kehitetyillä protokollilla. Tiedonsiirto ratkaisuja ovat esimerkiksi Ethernet ja enemmän teollisuuden tiedonsiirtoon kehitetty MAP-standardi. (Hakola 2001.)

3.2.1 Ethernet-verkko

Ethernet-verkkotekniikka on maailmalla eniten levinnyt lähiverkkotekniikka, vaikka käytössä on paljon muitakin vaihtoehtoja. Ethernet-teknikka sai alkunsa Xeroxin Palo Alton tutkimuskeskuksessa 1970-luvulla. Tekniikkaa ovat kehittäneet eteenpäin Xerox, Digital ja Intel, jotka julkaisivat ensimmäisen version Ethernet-teknikasta vuonna 1980. Myöhemmin Ethernetiä on kehitetty paljon eteenpäin ja nykyään on jo käytössä Ethernetin versio 2. Ethernet voi toimia erilaisissa siirto-medioissa ja se toimii yleisimpänä siirtoväylänä nykyisissä laajakaistateknikoissa. (Hakola 2001; Koivisto [viitattu 20.10.2009].)

3.2.2 MAP-standardi

MAP on lyhenne sanoista Manufacturing Automation Protocol, joka on teollisuuden käyttöön kehitetty verkkostandardi. MAP kehitettiin 1980-luvulla ja siitä suunniteltiin järjestelmää, joka kattaisi yritysten tiedonsiirrontarpeen kokonaisuudessaan. MAP-standardin toiminta perustuu vuoronsiirtoon, jossa verkon käyttöoikeus siirtyy verkon laitteiden välillä ennalta määrättyä reittiä. Tämän ansiosta tiedonsiirto on ennakoitavissa ja suurin vasteaika aina laskettavissa. Menetelmän heikkoutena on taas se, että käyttövuoro kulkee aina myös sellaisten koneiden kautta, joilla ei ole sillä hetkellä tarvetta verkon käytölle. (Hakola 2001.)

3.3 FMS:n toimintatapoja

Yksivaiheisen linjan toiminnassa tehtävät suoritetaan peräkkäin. Käytössä on kerrallaan vain yksi ohjattu kone ja muut koneet odottavat vuoroaan. Tämä on mahdollista ainoastaan, jos yksittäisen kappaleen erä koko on taloudellisesti kannattava. Monivaiheisen linjan jokaiselle toiminnolle on oma yksikkönsä ja yksiköt voivat työstää omassa aikataulussaan vaikka kaikki yhtä aikaa, jos se on tarpeen. Monivaiheisessa linjassa on yleensä specialisoituneita yksiköitä tiettyihin operaatioihin ja koneet ovat monipuolisempia kuin yksivaiheisessa linjassa. (Fastems Oy. [Viitattu 17.10.2009.])

3.4 FMS-järjestelmän edut ja kannattavuus

Oikein käytettynä FMS-Järjestelmä on tehokas ja lisää tuottavuutta helposti ja se takaa hyvän laadun sekä tehostaa myös työympäristön turvallisuutta, koska koneet tekevät työstösuudet. FMS:n automaattisesta luonteesta johtuen järjestelmän hyötyjä ovat myös materiaalisäästöt, työvaiheiden ja virheiden väheneminen sekä joustavuus, lisäkapasiteetin mahdollisuus ja uudistumisimpulssi. FMS-

järjestelmä lisää myös yrityksen kilpailukykyä ja parantaa laadunvalvontaa. (Hakola 2001; Fastems Oy. [Viitattu 17.10.2009.])

Työntekijälle FMS-järjestelmän etuja ovat puhtaampi, ergonomisempi ja hiljaisempi työympäristö, koska työntekijä ei ole työkoneiden läheisyydessä. Ajankäytössä FMS-järjestelmä mahdollistaa järkeviä ratkaisuja. Työntekijää vaativat tehtävät voidaan esimerkiksi tehdä ennalta ja antaa koneiden hoitaa työstöt automaattisesti. Tämä mahdollistaa järjestelmän toimimisen myös yöllä ja viikonloppuisin ilman kallista työvoimaa ja näin säästetään luonnollisesti työvoimakuluissa. (Hakola 2001; Fastems Oy. [Viitattu 17.10.2009.])

FMS-järjestelmän etuja on todella paljon. Jotta edut tulisivat parhaalla mahdollisella tavalla hyödynnetyiksi, on aina pohdittava tuotannon kannattavuutta. Järjestelmää ei esimerkiksi välttämättä kannata käyttää yhden osan valmistamiseen, jos osalla ei ole suurta menekkiä tai valmistettavat määrät ovat pieniä. FMS-järjestelmän käyttö onkin usein kannattavaa vain tuotannoissa, joissa työstettävät kappaleet ovat paljolti samanlaisia ja työstettävät määrät suuria. FMS:n hyödyntäminen tuotannossa niin rahallisesti kuin tuotannollisesti asettaa joitakin rajoituksia. Tuotannon vuotuinen käyttömäärä on oltava korkea, työntekijämäärä rajallinen ja tuotannon varastotaso alhainen. Lisäksi tuotteella on oltava lyhyt läpäisy aika. (Hakola 2001; Fastems Oy.[Viitattu 17.10.2009.])

4 CNC- JA NC-TYÖSTÖKONEET ENNEN JA NYT

4.1 Työstökoneiden historiaa

CNC-ohjaus syntyi 1940-luvulla, kun tarvittiin tarkempaa työstöjälkeä helikoptereiden roottoreiden lapojen koneistamiseen. Aikaisemmat koneet eivät olleet riittävän tarkkoja. Vaikka tarvittava numeerinen ohjauskoodi oli laskettu tietokoneella, sen työstämisen hoiti koneistaja, joka käänsi syöttöruuvien kampia ohjeen mukaan. Mikä oli epätarkkaa ja hidasta. Vanhemmat automaattiset NC-koneet oli suunniteltu valmistamaan vain yhtä ja tiettyä osaa, eivätkä ne olleet muunneltavissa. (Opetushallitus.) CNC-koneistuksen kehityksen tärkeimmät vaiheet käyvät ilmi kuvasta 4.

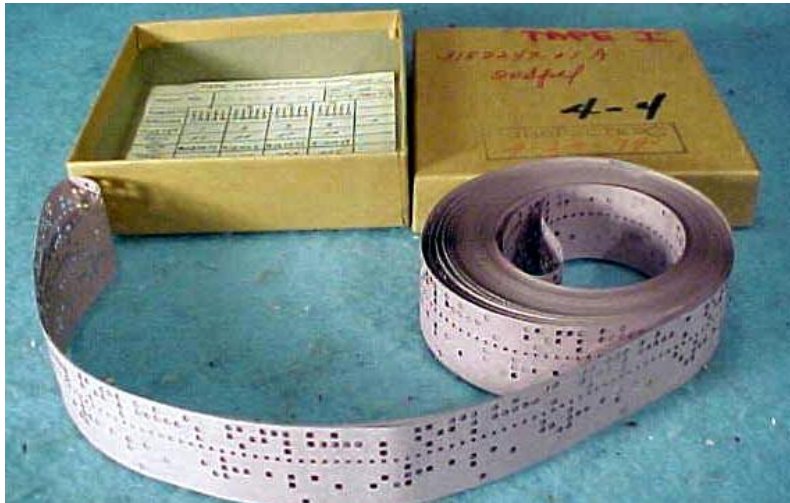
1952	NC-jyrsinkone, MIT USA
1957	NC-jyrsinkone tuotannossa US AIR FORCE
1959	ATC automaattinen työkaluvaihtaja
1962	Suomen ensimmäinen NC-kone Valmet
1967	FMS Molins System 24, Englanti
1970	APC automaattinen paletinvaihtaja
1972	CNC tietokonepohjainen numeerinen ohjaus
1975	Automaattinen työkalukompensointi ja hajonneen työkalun tunnistaja
1976	Mikroprosessoripohjainen CNC ja NC-teknologian soveltaminen suursarjavalmistukseen alkaa
1977	Paletin tunnistaja, työstön valvonta ja varatyökalujärjestelmä

1978	Vikadiagnoosi, ohjelmoitavat toimenpiteet häiriöille ja miehittämätön valmistus pienerävalmistuksessa
1979	Numeerinen ohjattu työkappaleen vaihtaja pyörähdyskappaleille ja tarttujen vaihtajat
1980	Vihivaunu ja haarukkatrukit sekä korkeavarastot yleistyvät
1981	Suuret työkalumakasiinit ja automaattinen leukojen vaihtaja
1982	Automaattinen tehdas, Fanucin servomoottoritehdas Japani
1983	FMS suursarjatuotannossa, ruiskupumput ja videonauhureiden osat. Automaattinen valmistusresurssien tarkistus ennakkoon
1986	Täyssähköinen NC-ruiskupuristusautomaatti
1988	Suurnopeuskoneistus, 32-bittiset NC-suurnopeustietoväylät
1990	kahdeksan akselin yhtäaikainen ohjaus
1994	Hexapod-työstökone

KUVA 4. Luettelo koneistuksen tärkeimmistä vaiheista.
(Pylkkänen 1999, 120.)

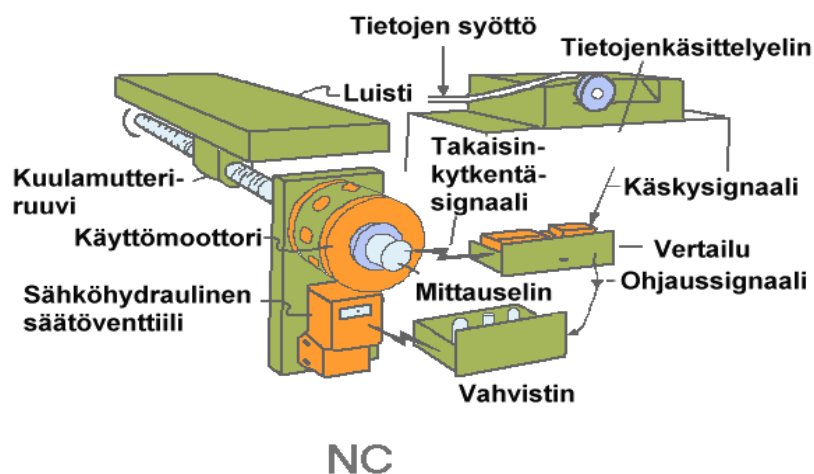
4.2 NC ja CNC

Mitä tarkoittaa NC? NC on lyhenne englanninkielisistä sanoista Numerical Control, joka tarkoittaa numeerisesti ohjattua. Numeerinen ohjaus tarkoittaa lyhyesti työstökoneen työstö- ja pikaliikkeiden, työkaluvaihdon sekä työstöön ja työkappaleen käsittelyyn liittyvien kytkentöjen automatisointia tavalla, jolla ohjaus voidaan toteuttaa yhtäjaksoisesti numeerisena muotona tietyn ohjelman avulla. Aikoinaan numeerisella ohjauksella tarkoitettiin työstökonetta, jonka ohjauksena oli reikänauha (KUVA 5) tai reikäkortti. (Pikkarainen 1999, 7–9; Opetushallitus.)



KUVA 5. NC-ohjaukseen käytetty reikänauha.
(Computermuseum 2005. [viitattu 13.10.2009].)

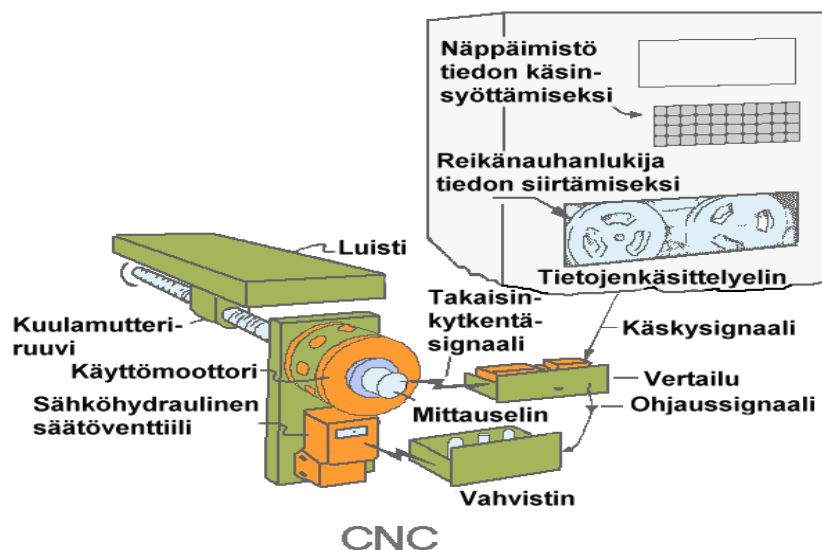
Työstökoneessa (KUVA 6) oli lukija reikänauhalle tai reikäkortille. Vuonna 1974 valmistuivat ensimmäiset CNC-koneet, joita ohjasi pientietokone ja ohjelmamuisti. (Pikkarainen 1999, 7–9; Opetushallitus. [viitattu 20.10.2009])



KUVA 6. Esimerkki NC-työstökoneesta reikänauhaohjattuna.
(Opetushallitus. [viitattu 20.10.2009])

CNC on lyhenne englanninkielisistä sanoista Computer Numerical Control, joka siis tarkoittaa tietokoneohjattua numeraalista ohjausta. Yleensä, kun puhutaan CNC-koneesta (KUVA 7), sillä tarkoitetaan konetta, joka on suunniteltu vasta vuoden 1974 jälkeen. CNC-koneet ovat NC-koneita, joihin on lisätty erillinen ohjaus.

Ohjaus sisältää laitteen oman pienen tietokoneen ja ohjelmamuistin. Nykyään ei kuitenkaan enää yleisesti puhuta CNC-koneista, koska NC-kone tarkoittaa jo laitetta, joka sisältää tietokoneohjauksen ja ohjelmamuistin. (Pikkarainen 1999, 7-9; Opetushallitus. [viitattu 20.10.2009])



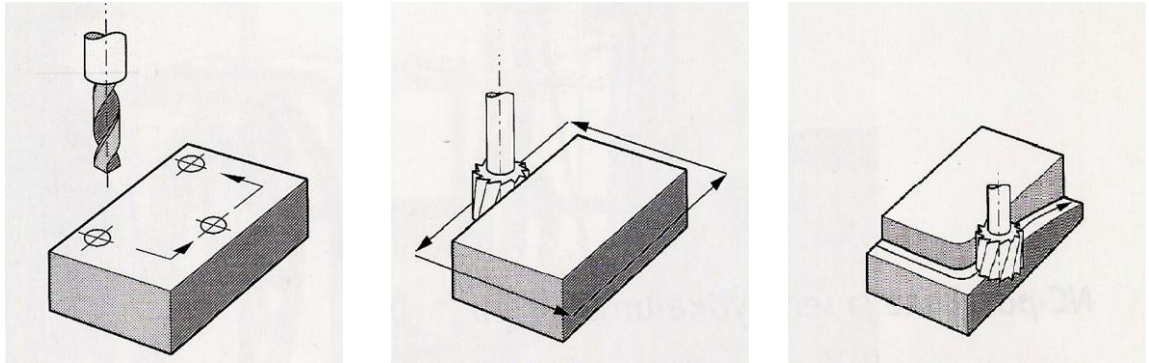
KUVA 7. Esimerkki tietokoneohjatusta CNC-työstökoneesta. (Opetushallitus. [viitattu 20.10.2009])

NC-ohjattu työstökone voi olla esimerkiksi porakone, hiomakone, sorvi, jyrsinkone, avarruskone tai työstökeskus. NC-koneiden ulkoiset muodot ovat yleensä ottaen erilaisia ja yhteneväisyydet löytyvätkin muualta. NC-työstökoneet ovat tukevia, monipuolisia ja tarkkaliikkeisiä. Työkaluvaihdot ovat automaattisia, liikkeet ja ohjaus ovat sähköisiä ja työkiertojen ohjelmoinneista on mahdollista tehdä erilaisia. Ohjaukset ovat yleensä piste-, jana- tai rataohjauksia. Ohjauksissa käytetään ohjelmointikoordinaatistoa. (Maaranen 2004, 251.)

4.2.1 Ohjaustapoja

NC-tekniikan keskeisimmät ohjaustavat ovat piste-, jana- ja rataohjaus (KUVA 8). Pisteohjauksen parhaana esimerkkinä on poraustekniikka. Jos porattavien reikien koordinaatit ovat tiedossa, poraus siirtyy pikaliikkeillä pisteestä toiseen työstettä-

vän kappaleen ulkopuolella. Liikkeiden reiteillä ei ole merkitystä, koska pikaliikkeiden aikana ei työstetä. Poraaminen tapahtuu erikseen asetusliikkeiden jälkeen.



KUVA 8. Pisteohjaustyöstö, janaohjaustyöstö ja rataohjaustyöstö. (Maaranen 2004, 251.)

Janaohjauksen aikana on mahdollista työstää myös liikkeen aikana, mutta liike on vain aina yhden janan suuntainen työstökerrallaan (Maaranen 2004, 251). Rataohjauksessa voidaan työstää liikkeen aikana, ja liike voi olla usean koordinaattiakselin suuntainen (Maaranen 2004, 251).

4.2.2 Ohjelmointikoordinaatisto

Ohjelmointikoordinaatistossa NC-koneiden liikkeitä kuvataan X-, Y- ja Z-koordinaateilla. Koordinaatit esittävät kolmea kohtisuoraa suuntaa koordinaatistoavaruudessa. Työstettävässä kappaleessa suunnat voivat olla esimerkiksi pituus, leveys ja korkeus. (Maaranen 2004, 254.)

4.3 NC-ohjauksen hyötyjä

Numeerinen ohjaus on kehitetty, koska sillä saadaan aikaan monia hyötyjä. Numeerisen ohjauksen hyödyt tulevat parhaiten esille, kun työstetään tarkkoja ja monimuotoisia pintoja. (Pikkarainen 1999, 10; Pylkkänen 1995, 120.)

Numeerisella ohjauksella pyritään:

- säästöihin palkkakustannuksissa.
- erikoisosajien tarpeen vähentämiseen.
- koneen käyttäjän työn helpottamiseen.
- pienempiin työkalukustannuksiin.
- lyhyempiin läpimeno aikoihin.
- joustavana valmistukseen.
- valmistuskustannusten alentamiseen.
- tasaisempaan ja parempaan laatuun
- parantamaan työturvallisuutta.
- poistamaan inhimilliset valmistustarkkuuteen vaikuttavat tekijät.

(Pikkarainen 1999, 10-12; Pylkkänen 1995, 120.)

5 ROBOTIT

5.1 Yleistä roboteista

Teollisuusrobotit syntyivät 1960-luvulla ja siitä asti kehitys on ollut nopeaa. Robotteja on valmistanut ainakin 500 yritystä ja robottimalleja on ollut monenlaisia. Yleiset päärobottimallit ovat suorakulmainen-, sylinteri-, napakoordinaatisto- ja scara-robotti sekä rinnakkaisrakenteinen robotti ja kiertyvänivelinen robotti. Edellä mainittujen robottien lisäksi on paljon muita erilaisia muunnosmalleja. Seuraava kuva (KUVA 9) havainnollistaa robottimalleja.



KUVA 9. Päärobottityypit.
(Kuivanen 1999, 12.)

Standardi ISO 8373 määrittelee teollisuusrobottien sanastoa ja robottimalleja niiden rakenteen mukaan. Teollisuusrobotit ovat yksinkertaisuudessaan mekaanisia koneita, jotka siirtävät haluttuja työkalulaippoja niille määritetyllä tavalla. Liikeradat voidaan määritellä etukäteen tai toimintaympäristön tapahtumien perusteella. Liikeratoja voivat ohjata myös robottiin liitetyt erilaiset anturit, jotka liikkeiden aikana tutkivat työympäristöä. (Kuivanen 1999,12–13)

5.2 Robottijärjestelmät

Robottijärjestelmä on kokonaisuudessaan monipuolinen järjestelmä, joka ei välttämättä ole niin yksinkertainen rakentaa. Robottijärjestelmään kuuluvia komponentteja ovat robotin työkalut, ympäristöä tarkkailevat anturit eli aistimet, robotin käsivarsi, ohjausjärjestelmä, oheislaitteet ja liitännät robotin liikkeitä ohjaileviin tietokoneisiin. Robottia voidaan järjestelmissä käyttää esimerkiksi joko itse työntekijänä tai sitten työkappaleen välittäjänä. Robotissa voi esimerkiksi olla työkaluna pistehitsi, jolla robotti voi työstää sille tuotua kappaletta. Robottia käytetään monesti myös kappaleen siirtäjänä koneesta toiseen. Tällöin robotissa on käytössä erilaisia tarraimia, joilla robotti voi tarttua kappaleeseen. (Kuivanen 1999,15.)

5.3 Robottisolut

Robottisolut ovat järjestelmiä, joilla on yritetty korvata ihmisille epämiellyttäviä, toistuvia ja vaarallisia työtehtäviä. Robottijärjestelmät ovatkin yleisesti käytettyjä hitsauksessa, maalauksessa, kokoonpanossa ja viimeistelyssä. Robottisolun yleisin käyttökohde on NC-koneen ja robotin yhteistyö, jossa robotti toimii työstettävän kappaleen vaihtajana. Robotit mahdollistavat tasaisen laadun toistuvassa työssä ja poistavat virheitä, joita ihminen aiheuttaa työskennellessään. Tämä siksi, että robotin toistotarkkuus on todella tarkka. Robotti ei teollisuudessa kuitenkaan pysty korvaamaan ihmistä täysin ihmisen joustavuuden vuoksi. (Aaltonen, Torvinen 1997, 147–168.)

5.4 Robotin anturit ja aistinjärjestelmät

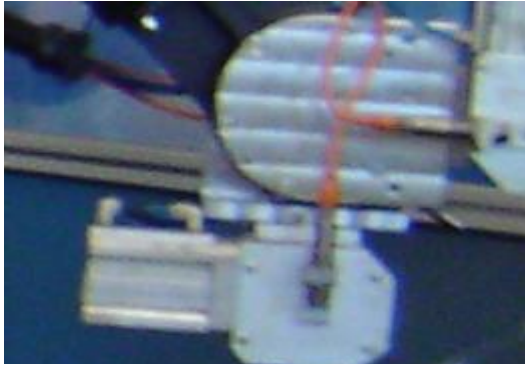
Roboteissa on erilaisia antureita, jotka mittaavat robotin toimintoja, esimerkiksi nivelten kulmia ja liikkeitä. Näitä ovat esimerkiksi inkrementtianturit eli pulssianturit, absoluuttianturit ja resolverit. (Kuivanen 1999, 30–33.)

Robottiin voidaan myös liittää erilaisia aistinjärjestelmiä, joita kutsutaan konenäöksi. Konenäköjärjestelmät ovat tietokoneiden ohjelmistoilla ja erilaisilla kameratekniikoilla toteutettuja kappaleen tai hahmon tunnistukseen valmistettuja järjestelmiä, joiden kehitys robotiikassa on alkanut 1980-luvulla. Konenäköä käytetään silloin, kun tavallinen anturointi ei enää riitä. Konenäöllä voidaan myös vähentää mekaanisten paikoittimien ja kiinnittimien tarvetta. Näköjärjestelmä koostuu laskentayksiköstä, näköjärjestelmäkorteista, kameroista, valaistuksista ja antureista. Näköjärjestelmän tärkein osa on kuitenkin siihen valmistettu ohjelmisto. (Kuivanen 1999, 56–59.)

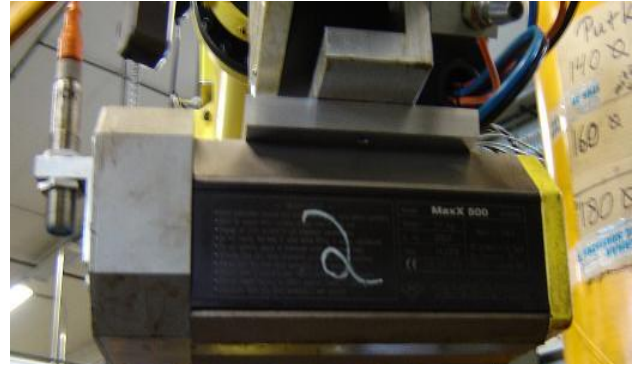
5.4.1 Robottitarraimet

Robotin tarraimet voidaan jakaa mekaanisiin-, magneettisiin-, erikois-, vakio-, tyhjiö ja imutarraimiin. Koska osakeskitin suunnitellaan robottisoluun, jossa on käytössä magneettitarrain (KUVA 10, KUVA 11), muiden tarrainten käsittely ei ole tämän työn kannalta tarkoituksenmukaista. (Kuivanen 1999, 60–77.)

Magneettitarraimen toiminta perustuu magneettiseen nostovoimaan. Magneettista tarttujaa voidaan käyttää kuitenkin rajoitetusti. Käyttö riippuu työstettävän kappaleen materiaalista, muodosta, pinnanlaadusta, ilmaraosta ja magneetin lämpötilasta. Magneetin tartunta-alueen on oltava tarpeeksi laaja hyvän tartunnan takaamiseksi, koska magneettikentän voimakkuus on suoraan suhteessa ilmarakoon. Jos ilmarako on suuri, magneettikenttä on pieni ja toisinpäin. Sähköinen magneettitarrain taas lämpenee nopeasti suuressa käytössä heikentäen magneettikenttää. (Kuivanen 1999, 60–77.)



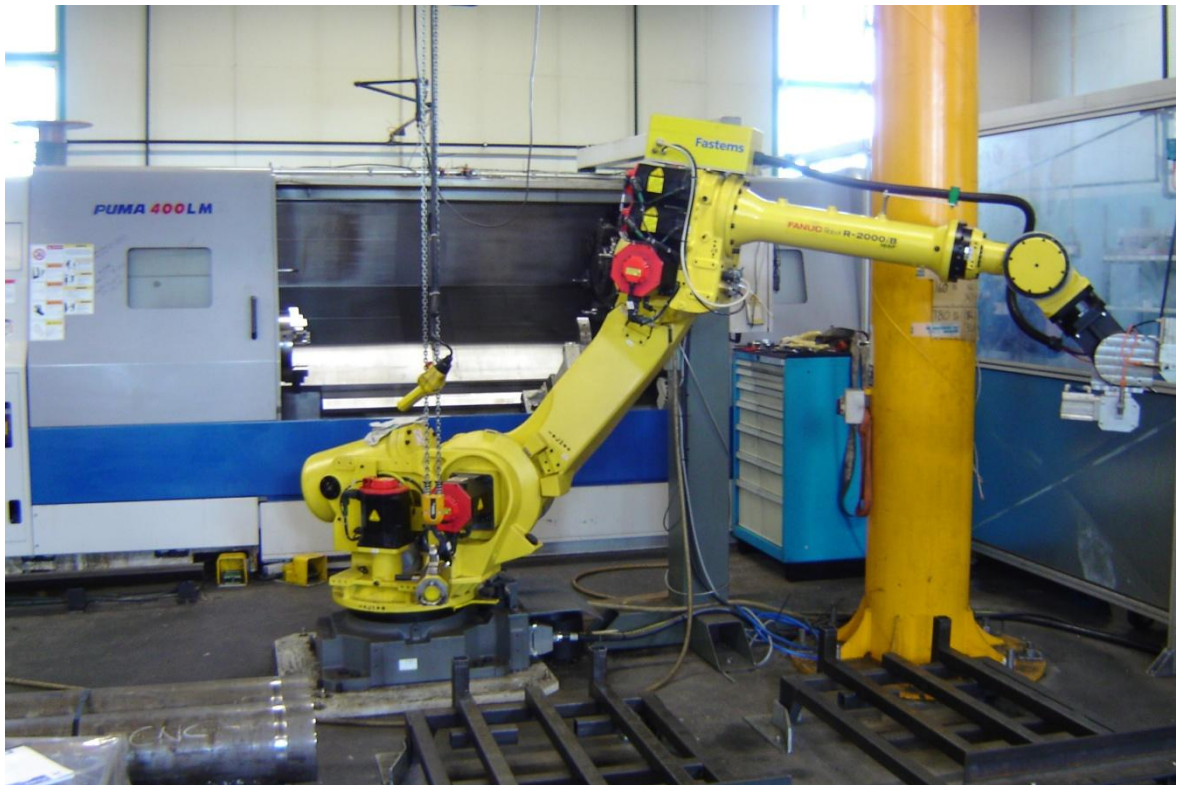
KUVA 10. Magneettitarra-
sivusta.



KUVA 11. Magneettitarra-
edestä.

6 OSAKESKITTIMEN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Yritys antoi muutamia kriteerejä osakeskittimen suunnitteluun. Alustavana kriteerejä oli, että tuotteen pitää olla yksinkertainen, kompakti, toimiva ja luotettava sekä hankintakustannuksiltaan edullinen ja kaikki sen osat, lukuun ottamatta osakeskittimen voimanlähdettä ja siihen liittyviä komponentteja, pitäisi olla mahdollista tuottaa itse koneistamalla. Tuote pitäisi myös suunnitella ja sijoittaa toimimaan heidän robottisolunsa kanssa (KUVA 12), jonka on heille toimittanut Oy Fastems Ab.



KUVA 12. Fastems robottisorvisolu R2000iA/165 E-23788.

Projektin suunnitteluun tuli kuulua osakeskitin, joka keskittää paineakun osia (KUVA 13) Fanuc-robotin magneettitarttujaan, jotta robotti pystyy kiinnittämään osan sorvipakkaan. Osakeskitin pitäisi myös suunnitella sijoitettavaksi robottisolun layout-kuvaan ja liitettäväksi robotin logiikkaan.



KUVA 13. Keskitettäviä osia.

Keskitettävän osa (KUVA 14), jonka paino on noin 2 kg ja materiaalina on rakeneteräs. Ympyrämäisen osan halkaisija on 140 mm, sisähalkaisija 100 mm ja paksuus on 40 mm.



KUVA 14. Keskitettävä osa.

Projektiympäristössä, johon osakeskitin tullaan liittämään, on valmiina Daewoo Puma 400 -NC-sorvi ja Fanuc R-2000 -robotti. Paineilmasyötöt (KUVA 15) ovat koneiden vieressä ja robotin ohjainlaitteisto (KUVA 16) robottisolun oikeassa laidassa.



KUVA 15. Paineilmasyötöt.

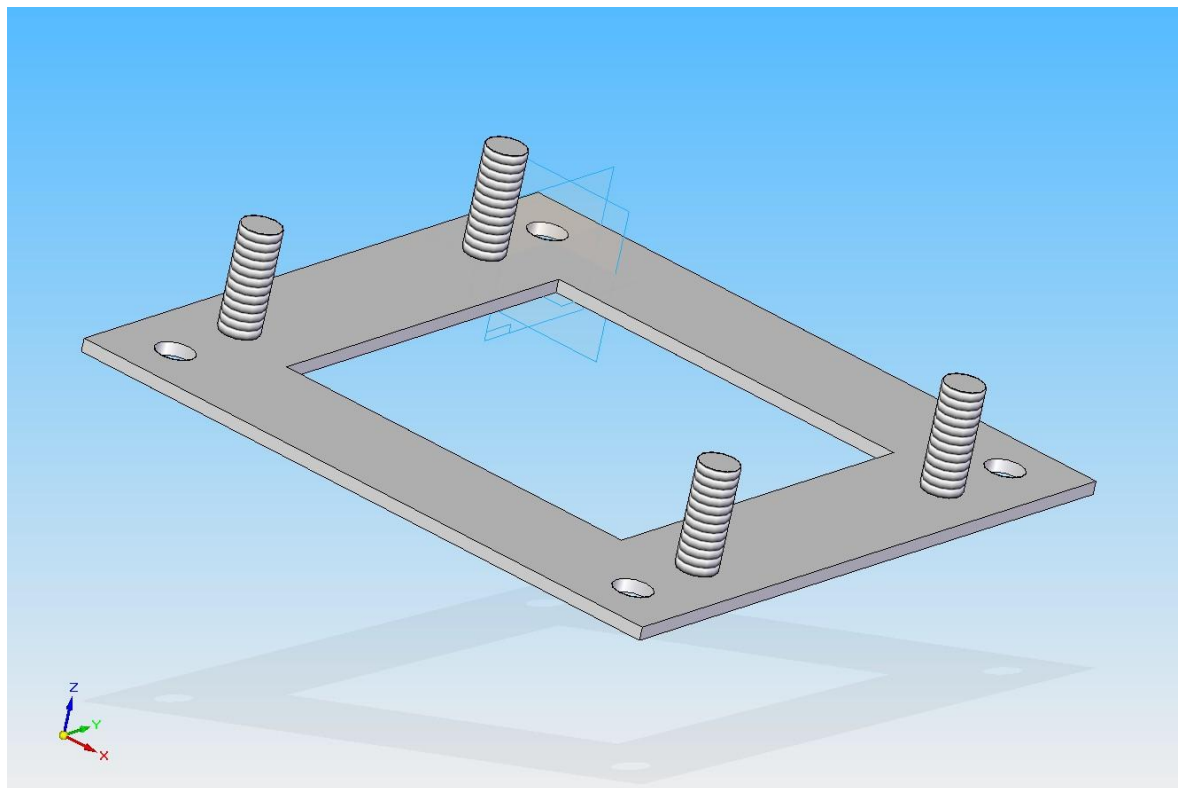


KUVA 16. Robotin ohjainkeskus.

7 OSASUUNNITTELU

7.1 Lattialevy

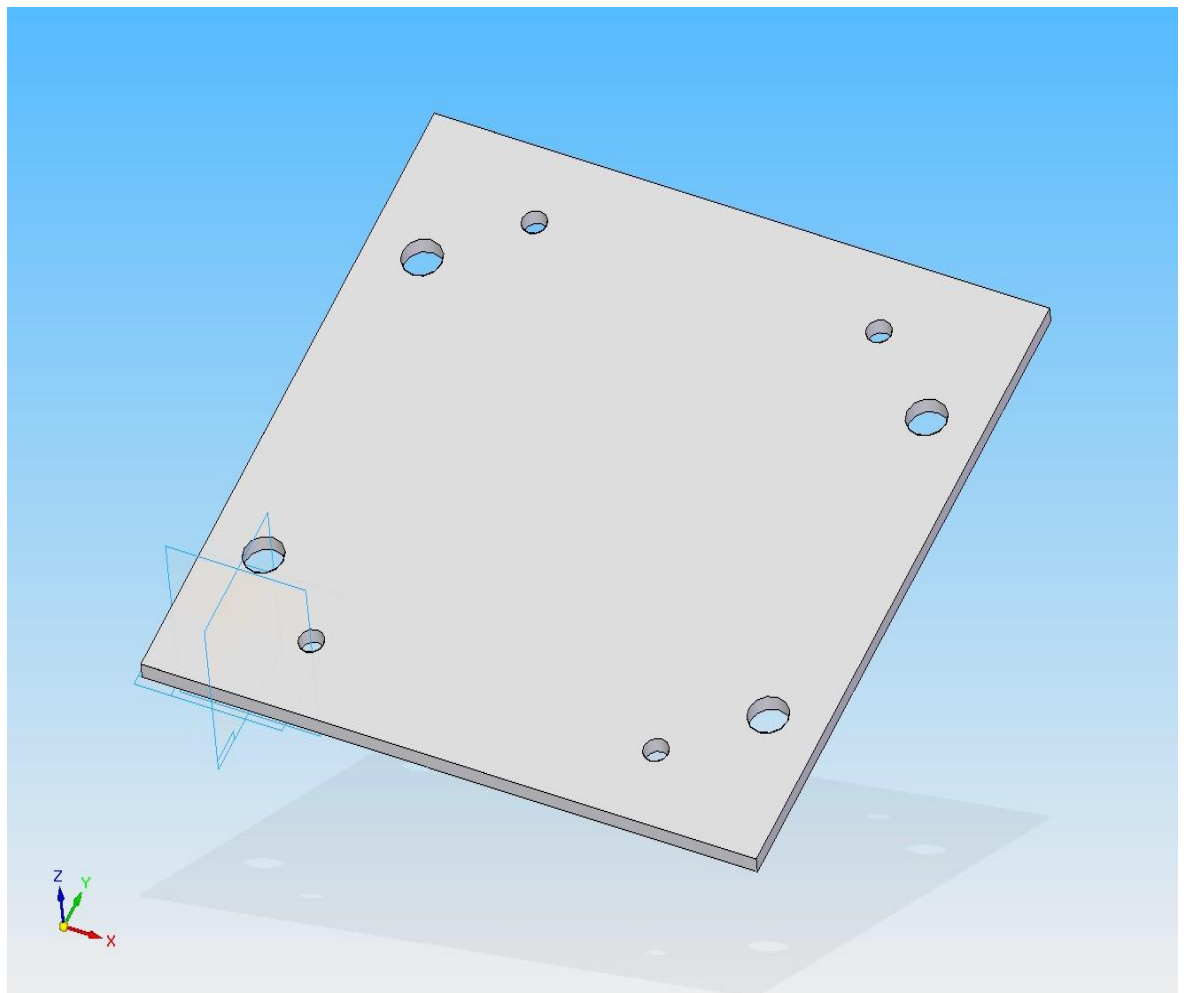
Lattialevy (KUVA 17) on nelikulmainen levy, jonka mitat ovat 500 mm x 500 mm x 10 mm ja se on suunniteltu keskeltä avoimeksi. Keskellä olevan aukon koko on 300 mm x 300 mm. Koska betonilattiat ovat harvoin suoria ja tasaisia, tämä ratkaisu helpottaa huomattavasti asennusta. Lattialevy kiinnitetään betonilattiaan nurkkien 30 mm:n rei'istä pulteilla tai vaihtoehtoisesti 30 mm:n jenkatapeista, jotka voidaan viedä levyn läpi. Jenkatapit voivat olla joko 80 mm tai vaihtoehtoisista kiinnitystä käytettäessä läpivietynä 180 mm pitkiä.



KUVA 17. Lattialevy.

7.2 Vaaituslevy

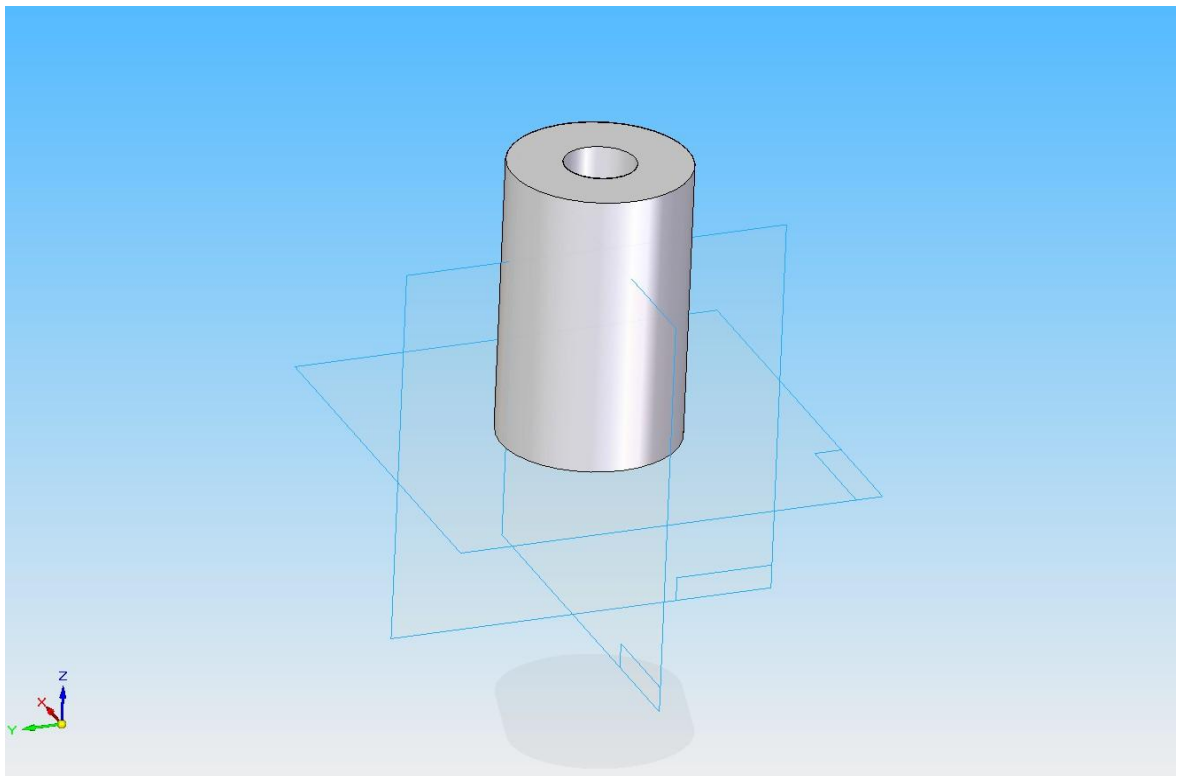
Vaaituslevy (KUVA 18) on nelikulmainen levy, jonka mitat ovat 500 mm x 500 mm x 10 mm ja siinä on 32 mm reiät lattialevyn jenkatapeille. Vaaituslevy kiinnitetään lattialevyn jenkatappeihin molemminpuolisilla muttereilla ja prikoilla. Vaaituslevy pystytään säätämään vaakatasoon, koska se kiinnitetään lattialevyn jenkatappeihin molemmin puolin muttereilla ja näin sitä voidaan säätää nurkista haluttuihin suuntiin. Vaaituslevyssä olevat neljä 20 mm:n reikää on tarkoitettu vaaitusholkkien ja ylälevyn kiinnityksiin.



KUVA 18. Vaaituslevy.

7.3 Vaaitusholkki

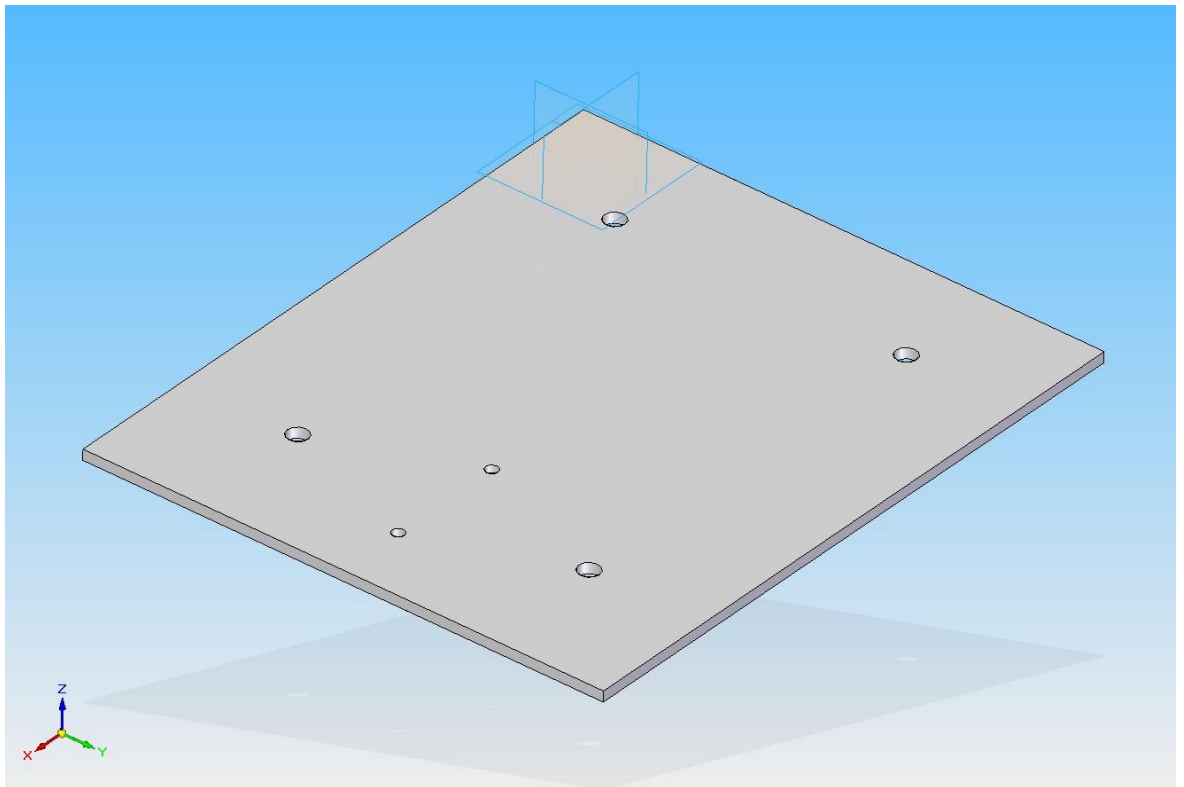
Putkimainen vaaitusholkki (KUVA 19) on 80 mm korkea ja halkaisijaltaan 50 mm. Vaaitusholkissa on keskellä 20 mm:n reikä, kuten vaaituslevyssäkin. Vaaitusholkit asennetaan vaaituslevyn 20 mm:n reikien päälle. Vaaitusholkkien tehtävänä on vaaioittaa seuraava osa suoraan vaakatasoon, mikäli vaaituslevy on säädetty vaakatasoon. Vaaitusholkkien kiinnitys tehdään pitkillä pulteilla ylälevyn päältä.



KUVA 19. Vaaitusholkki.

7.4 Sorvipakan- ja moottorin kiinnityslevy (ylälevy)

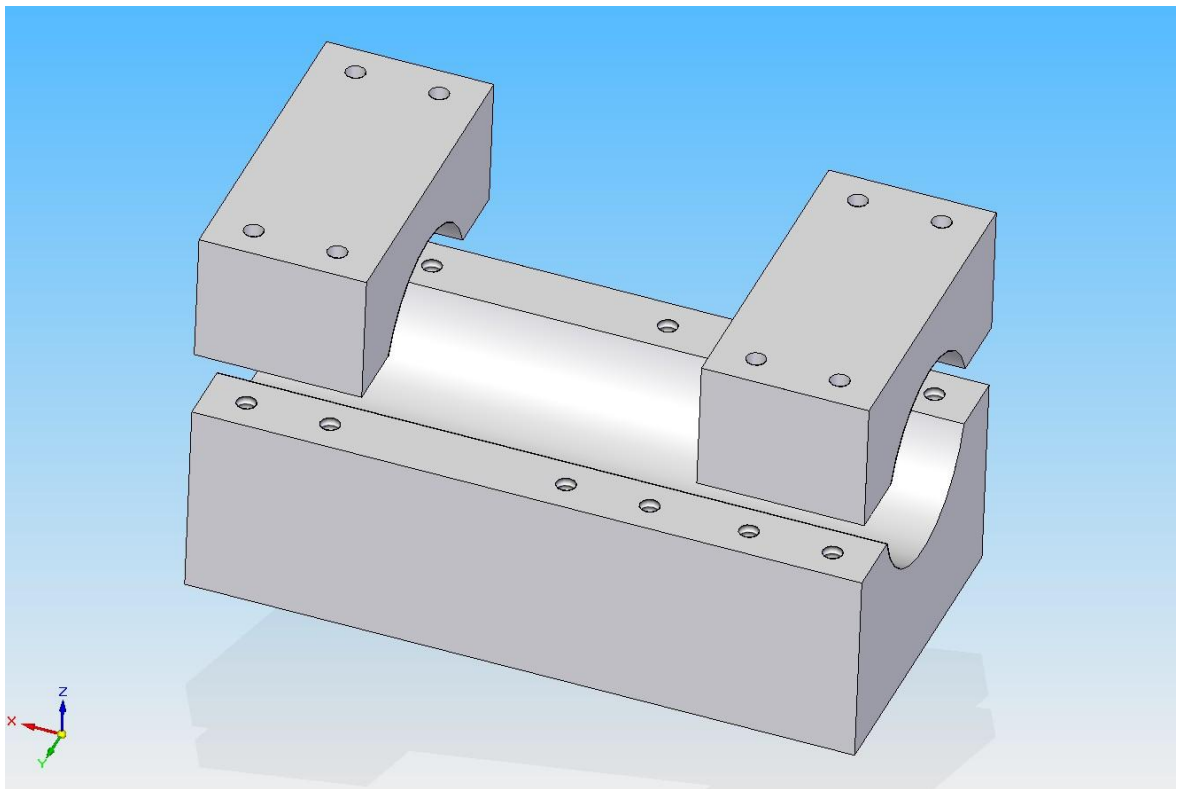
Ylälevy (KUVA 20) on suorakulmainen levy, jonka mitat ovat 600 mm x 500 mm x 10 mm ja siinä on neljä 20 mm:n reikää, jotka on tarkoitettu ylälevyn kiinnitykseen. Ylälevyn kaksi 12 mm:n reikää on tarkoitettu paineilmamoottorin kiinnitysraudan kiinnitykseen. Ylälevy asennetaan vaaitusholkkien päälle ja 20 mm:n reiät asetetaan vastakkain. Ylälevy kiinnitetään päältä pitkillä pulteilla vaaitusholkkien ja vaaituslevyn lävitse. Pultit kiristetään vaaituslevyn alapuolelta muttereilla vaaituslevyn alapuolen pintaa vasten ja niiden väliin tulee prikot. Ylälevyn päälle kiinnitetään kolmileukainen sorvipakka, jonka halkaisija on 300 mm.



KUVA 20. Ylälevy.

7.5 Paineilmamoottorin kiinnitysrauta

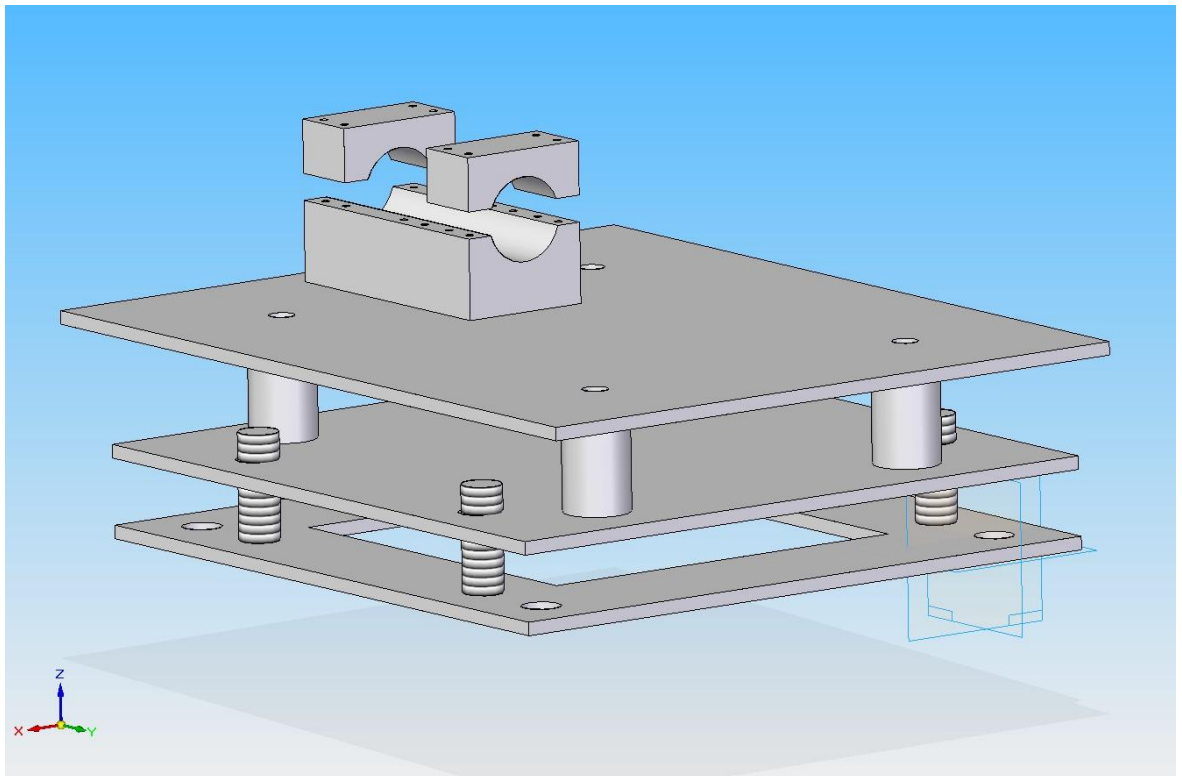
Paineilmamoottorin (KUVA 21) kiinnitysrauta on suunniteltu kaksiosaiseksi. Nämä osat ovat alatuentarauta ja yläpuolinen kiinnitysrauta. Alatuentarauta on mitoiltaan 200 mm x 100 mm x 60 mm ja sen pohjassa on 10 mm:n jengat, joilla se kiinnitetään ylälevyyn. Alatuentaraudassa on myös ura paineilmamoottoria varten. Yläpuolisia kiinnitysrautoja on kaksi kappaletta ja ne kiinnitetään yläpuolelta neljällä pultilla alatuentarautaan, jossa on 5 mm:n jengat kiristystä varten. Alatuentaraudassa on myös mahdollisuus toisen yläpuolisen kiinnitysraudan siirtämiseen. Tätä varten alatuentaraudassa on ylimääräiset reiät, joissa on myös 5 mm:n jengat.



KUVA 21. Paineilmamoottorin kiinnitysrauta.

7.6 Osakeskittimen rakenne koottuna

Alla olevassa kuvassa (KUVA 22) on havainnollistettu kootun osakeskittimen rakenne ja se, miten osat ovat liitoksissa toisiinsa. Kaikkien osien pinnankarheus on joko 3.1 tai vaihtoehtoisesti 6.3. Moottori kiinnitetään paineilmamoottorin kiinnitysrautaan ja sen eteen asetetaan 3-leukainen sorvipakka.



KUVA 22. Osakeskittimen rakenne koottuna.

Tarkemmat tiedot osakeskittimen rakenteesta ja mitoista ovat liitteenä (LIITE 1).

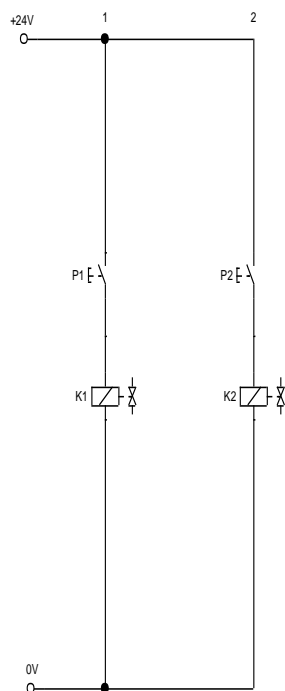
8 PAINEILMAJÄRJESTELMÄN MOOTTORI JA SORVIPAKKA

8.1 Paineilmajärjestelmä

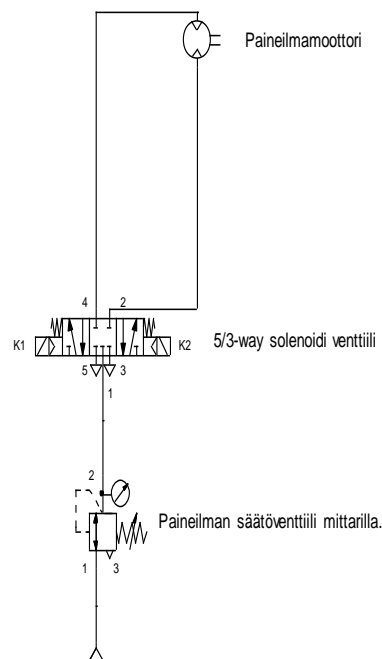
Paineilmajärjestelmä on toteutettu mahdollisimman yksinkertaiseksi vikojen välttämiseksi. Tehtaan paineilmajärjestelmän syötöt ovat robottisolun vasemmalla puolella, osakeskittimen sijoituspaikan yläpuolella. Paineilmajärjestelmä koostuu paineilman säätöventtiilistä sekä 24 V ohjatusta 5/3-paineilmaventtiilistä ja paineilmalla toimivasta moottorista. Järjestelmä on esitetty kokonaisuudessaan seuraavassa kuvassa (KUVA 23). Sähköpiirustuksessa painonapit kuvaavat Fanuc-robotin logiikkaohjelman lähtöjä. Paineilmajärjestelmän osista lähetettiin tarjouspyyntöjä (LIITE2) eri yrityksillä, mutta ainoastaan yksi vastasi (LIITE3).

Sähköjärjestelmä, missä painonapit kuvaavat

Fanuc-robotin 24v lähtöjä.



Paineilmajärjestelmän kuvaus



KUVA 23. Paineilmajärjestelmän kuvaus.

8.2 Paineilmajärjestelmän toiminta

Paineilmajärjestelmä on toteutettu järjestelmällä, jonka ohjaus on liitetty Fanuc-robotin ohjainkeskukseen, joka on 24 V:lla toimiva. Paineilmajärjestelmä toimii robotinohjauksen kautta 24 V ohjatulla 5/3-paineilmaventtiilillä, joka on jousipalautteinen. Fanuc-robotista käytetään kahta 24 V:sta lähtöä ohjaamaan 5/3-paineilmaventtiilin toimintaa. Lähdön yksi 24 V signaali avaa 5/3-venttiilistä vasemman puolen paineilmakanavan ja pyörittää moottoria myötäpäivään. Lähtö kaksi puolestaan avaa oikean puolen paineilmakanavan pyörittäen moottoria vastapäivään.

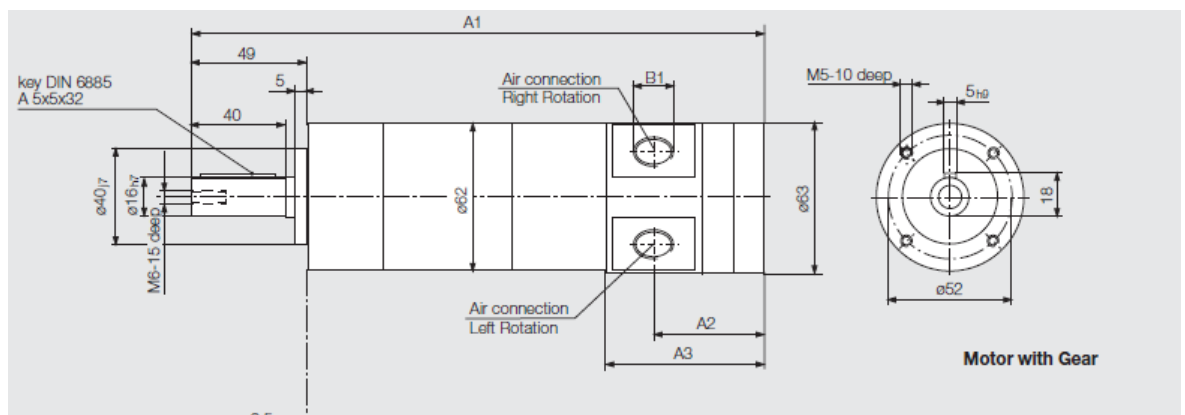
8.3 Paineilmamoottori

Kolmileukaisen sorvipakan leukojen avaamiseen ja sulkemiseen tarvittava voima on minimaalisen pieni. Osakeskittimessä eniten voimaa tarvitaan osan keskittämiseen. Keskitettävä osa painaa noin 2 kg, mutta tulevaisuudessa osakeskittimessä voi olla siirrettävänä paljon raskaampia osia. Paineilmamoottori (KUVA 24) on näin ollen paras vaihtoehto pyörittämään pakkaa.



KUVA 24. Paineilmamoottori.
(Pneumacon Oy)

Suunnittelussa esitetään kaksi erilaista moottorivaihtoehtoa, jotka molemmat ovat paineilmalla toimivia moottoreita, toinen on vain hieman tehokkaampi. Molemmat moottorit sopivat suunniteltuun kiinnitysrautaan, koska paineilmamoottorin kiinnitysrauta on mitoitettu näitä moottoreita ajatellen. Alla olevasta kuvasta (KUVA 25) selviää moottoreiden tekniset mitat. Ensimmäisen moottorin teho on 400 W, maksimivääntömomentti 80 Nm:ä ja kierrosluku tyhjäkäynnillä 120 1/min. Toisen moottorin teho on 600 W, maksimivääntömomentti 80 Nm:ä ja kierrosluku tyhjäkäynnillä 120 1/min. Molemmat moottorit toimivat 6 barin paineella.



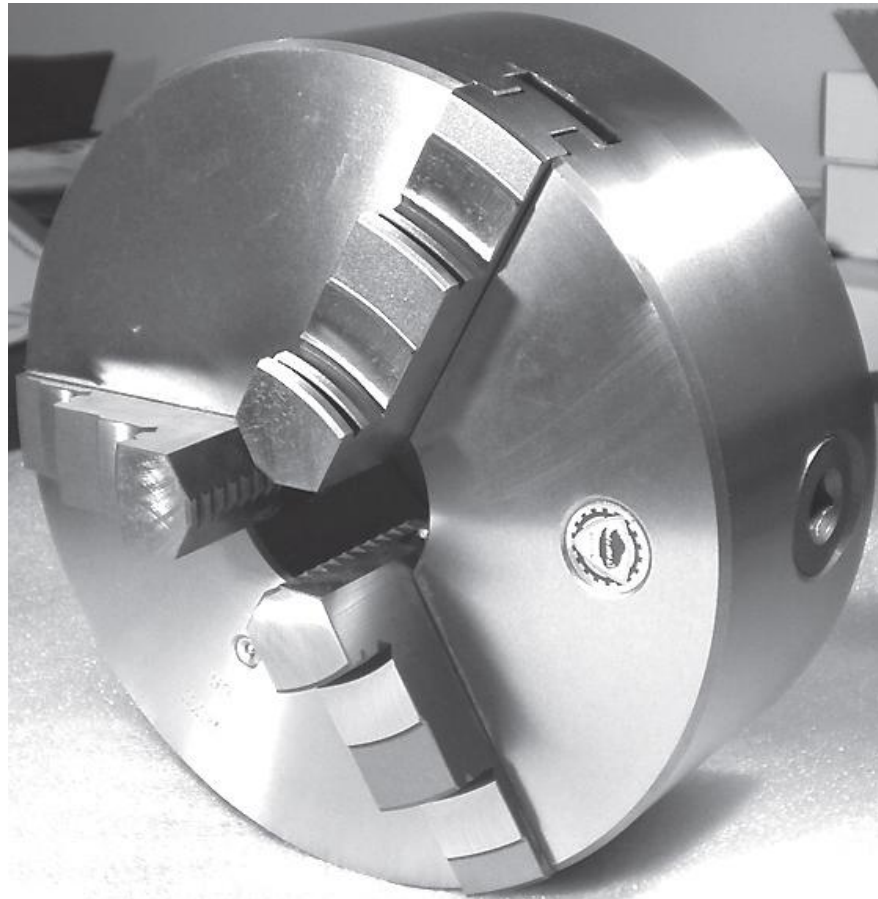
KUVA 25. Paineilmamoottorin poikkileikkaus.
(Pneumacon Oy)

8.4 Paineilmatarvikkeet

Osakeskittimen toimimiseen tarvitaan myös paineilmatarvikkeita sekä sähkötarvikkeita, joita ovat kahdet 3 m pitkät paineilmaletkut liittimiseen. Paineilmaletkuista toisen liittimen täytyy olla yhteensopiva 5/3-paineilmaventtiilin kanssa ja toisen liittimen moottorin kanssa. Lisäksi järjestelmän johdottamiseen tarvitaan paljon sähköjohtoa, koska osakeskitin ja ohjausjärjestelmä ovat solun eri laidoissa. Sähköjohdotus täytyy kierrättää NC-sorvin takapuolelta, etteivät johdot ole robottisolun toimintojen tiellä.

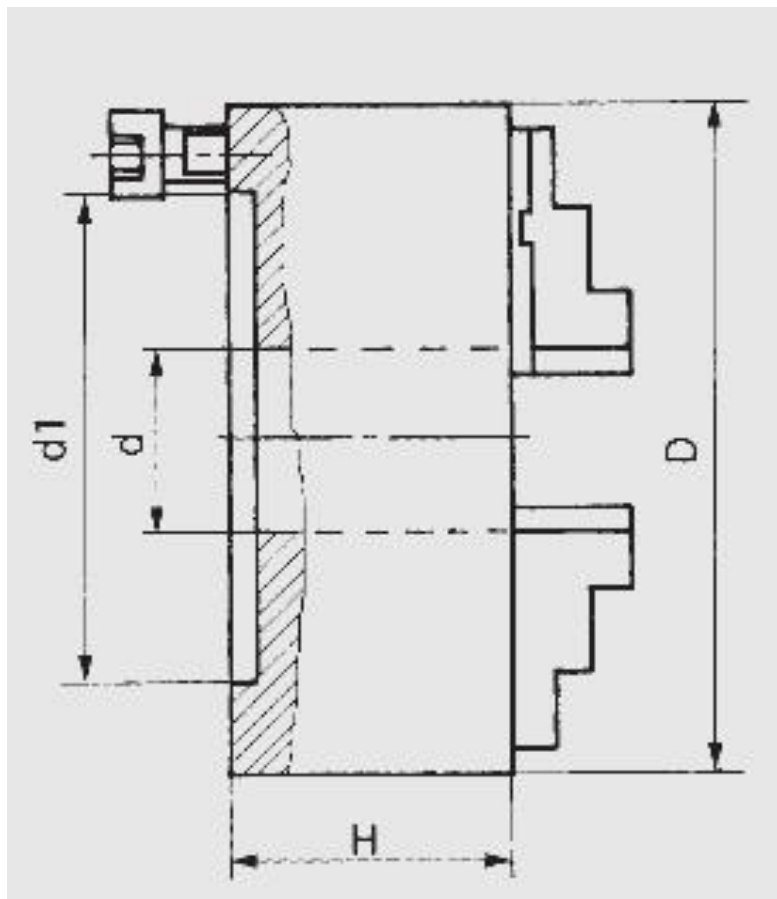
8.5 Itsekeskittävä sorvipakka

Käsi­käyt­ttöinen, itsekeskittävä 3-leukainen sorvipakka (KUVA 26) kiinnitetään ylälevyn pintaan kiinni säätöruuvi paineilmamootoria kohti. Sorvipakka on säädettävä korkeudeltaan niin, että sen niin sanottu säätöruuvi on samalla korkeudella paineilmamootorin akselin kanssa. Paineilmamootori säädetään paineilmamootorin kiinnitysraudassa niin, että sen on mahdollista pyörittää säätöruuvia ja näin liikuttaa sorvipakan leukoja. Sorvipakan leukojen materiaali on muutettava esimerkiksi alumiiniseksi. Tämä siksi, ettei magneettitarrain vedä mukanaan koko osakeskitintä sen tarttuessa uudelleen kiinni kappaleen keskittämisen jälkeen.



KUVA 26. 3-leukainen itsekeskittävä sorvipakka.
(www.nurminentools.fi.)

Kahdessa seuraavassa kuvassa (KUVA 27, KUVA 28) on esitelty sorvipakan tarkempia mittoja.



KUVA 27. Sorvipakan poikkileikkaus.
(Nurminen Tools Oy.)

Koko	d	d1 H7	H	Valurautarunko max i/min
250	76	200	85	2000

KUVA 28. Sorvipakan tekniset mitat.
(Nurminen Tools Oy.)

9 OSAKESKITTIMEN JÄRJESTELMÄN TOIMINTA

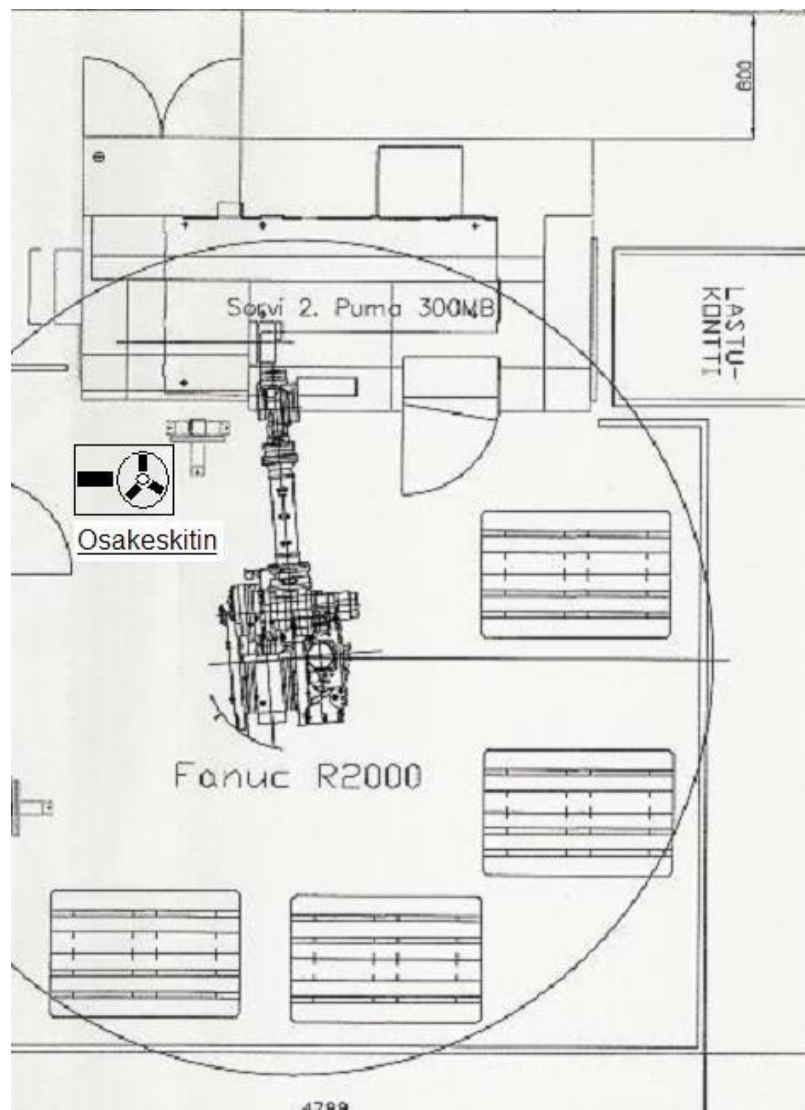
Järjestelmän toiminta on pyritty toteuttamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi, kuten yritys sen halusi. Ohjauksesta vastaa Fanuc-robotin logiikka, koska se ohjaa solussa kaikkea muutakin. Yrityksellä on myös toinen robottisol, joka hoitaa jo vastaavia osia, mutta erilaisella tarttujalla. Tämän ansiosta tässä robottisolussa voidaan käyttää lähes identtistä ohjausohjelmaa. Siihen lisätään ainoastaan kappaleen keskittäminen osakeskittimellä.

Robottisolun työkierto osakeskittintä käyttäen etenee seuraavien vaiheiden mukaisesti:

1. Robotti hakee kappaleen sille määritetystä paikasta.
2. Robotti tuo kappaleen laskien sen osakeskittimen päälle ja päästää irti.
3. Robotin logiikan käskystä paineilmaventtiili avaa paineilmakanavan.
4. Moottori alkaa pyöriä myötäpäivään ja osakeskittimen pakan leuat avautuvat vetäen osan keskitetyksi kohdalle.
5. Robotin logiikka sulkee paineilmaventtiilin paineilmakanavan.
6. Robotti tarttuu uudelleen kappaleesta kiinni.
7. Robotin logiikka avaa toisen paineilmakanavan.
8. Moottori alkaa pyöriä vastapäivään ja osakeskittimen pakan leuat sulkeutuvat päästäten kappaleesta irti.
9. Kappale on keskitetty magneettitarraimeen ja robotti voi viedä osan NC-sorvin kiinnityspakkaan.

10 OSAKESKITTIMEN SJOITTAMINEN

Osakeskitin on tarkoitus sijoittaa robottisolun vasempaan laitaan NC-sorvin edustalle, missä paineilmalähdöt ovat yläpuolella ja osakeskitin mahdollisimman hyvässä paikassa, poissa muiden toimintojen tieltä. Alla olevasta kuvasta (KUVA 29) selviää, mihin osakeskitin sijoitetaan niin, että se on mahdollisimman optimaalisessa paikassa.



KUVA 29. Osakeskittimen sijoittaminen robottisolun layout-kuvassa

11 LOPUKSI

Tämän opinnäytetyön päätarkoituksena oli suunnitella Härmän CNC-koneistus Oy:n toimeksiantona osakeskitin. Tämä osakeskitin oli tarkoitus suunnitella toimimaan yrityksellä jo olevan robottisolun alaisena. Tällä suunnittelutyöllä pyrittiin yrityksen valmistamien kappaleiden tehokkaampaan ja kustannuksiltaan parempaan tuotantoon. Kappaleen työstössä on kaksi vaihetta. Ennen tässä työssä suunnittelun osakeskittimen käyttöönottoa ainoastaan toinen roboteista pystyi työstämään kappaletta. Toinen roboteista ei pystynyt osallistumaan kappaleen valmistukseen, koska se ei voinut magneettitarraimensa vuoksi kiinnittämään kappaletta NC-sorviin. Osakeskittimen ansiosta tehokkuus lisääntyy, kun molempia vaiheita voidaan suorittaa yhtä aikaa. Heti kun ensimmäinen robotti on saanut yhden kappaleen ensimmäisestä työvaiheesta valmiiksi, toinen robotti voi välittömästi jatkaa ykkösvaiheesta valmistuneen kappaleen työstämistä eli vaihetta kaksi.

Suunnittelutyön lopputuloksena on osakeskitin, jonka jokainen yksityiskohta on tarkkaan suunniteltu. Myös FMS-käyttöympäristö on pyritty huomioimaan mahdollisimman tarkasti ja osakeskittimen toiminta kuvaamaan selkeästi. Lyhyesti sanottuna opinnäytetyössä on pyritty luomaan mahdollisimman käyttökelpoinen pohja osakeskittimen käyttöönottoa varten.

Kuten työssä on tullut esille, FMS-ympäristöt ja NC-koneistus on jatkuvasti kehittyvä ala ja se tarjoaa rajattomasti kehittämismahdollisuuksia. Tässä opinnäytetyössä toteutettu suunnittelutyö on yksi pieni lenkki pitkässä kehityksen ketjussa. Kohdeyritykselle pienikin kehitys voi kuitenkin tarjota suurta hyötyä. Kohdeyrityksen toivomuksena oli, että osakeskitin suunniteltaisiin mahdollisimman yksinkertaiseksi. Mahdollisuuksia jatkokehittelyyn toki olisi esimerkiksi erillisten antureiden ja konenäköjen kehittämisessä. On kuitenkin huomattava, että mitä enemmän ylimääräisiä hienouksia järjestelmässä on, sitä enemmän on myös mahdollisia vioit-

tuvia osia. Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista ainakin tehdä selvitys siitä, miten kehitelty osa on vaikuttanut yrityksen tuotantotehokkuuteen.

Tämä työ oli rajattu olemaan vain suunnitelma. Tällaiset innovaatiot osoittavat toimivuutensa lopulta vasta käytännössä ja pitemmällä aikavälillä. Kuitenkin voidaan olettaa, että tehokkuus tulee lisääntymään.

LÄHTEET

Aaltonen, K – Torvinen, S. 1997 Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.

Computermuseum. 2005. [WWW-dokumentti]. Computermuseum Tübingen. [Viitattu 13.10.2009] Saatavissa: <http://www.computermuseum.li/Testpage/UNIVAC-PunchedTape.htm>

Fastems Oy. 2006.Flexible manufacturing systems.[WWW-dokumentti].Fastems [Viitattu 17.10.2009]. Saatavissa: http://www.fastems.fi/education/fms_ajokortti/romppumateriaali/teoria_ajokortti/

Hakola J. 2001. Joustavat valmistusjärjestelmät. [WWW-dokumentti]. Teknillinen korkeakoulu Helsinki [Viitattu 13.10.2009] Saatavissa: <http://users.tkk.fi/jphakola/kptseminaari/fms.html#luku1>

Koivisto, M. Ethernet. [WWW-dokumentti]. Internix [Viitattu 20.10.2009]. Saatavissa: <http://oppimateriaalit.internetix.fi/fi/avoimet/6tekniikkatalous/lahiverkko/ethernet>

Kuivanen, R. (toim.) 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj/MetalliTekniikka.

Maaranen, K. 2004. Koneistustekniikat. Helsinki: WSOY

Opetushallitus. NC-tekniikka. [WWW-dokumentti]. Opetushallitus [Viitattu 20.10.2009]. Saatavissa: <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/nctekniikka/>

Pikkarainen, E. 1999. NC-tekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.

Pneumacon Oy. [WWW-dokumentti]. Pneumacon Oy [Viitattu 25.10.2009]. Saatavissa: <http://www.pneumacon.fi/>

Pylkkänen J. 1995. Numeerisen ohjauksen perusteet. Teoksessa E. Ihalainen & K. Aaltonen (toim.) Valmistustekniikka 487. Espoo: Otatieto.

Ylinen, J. 2009 Suunnittelija. Härmän CNC-koneistus Oy. Kauhava. Henkilökoh-
tainen tiedonanto 4.8.2009

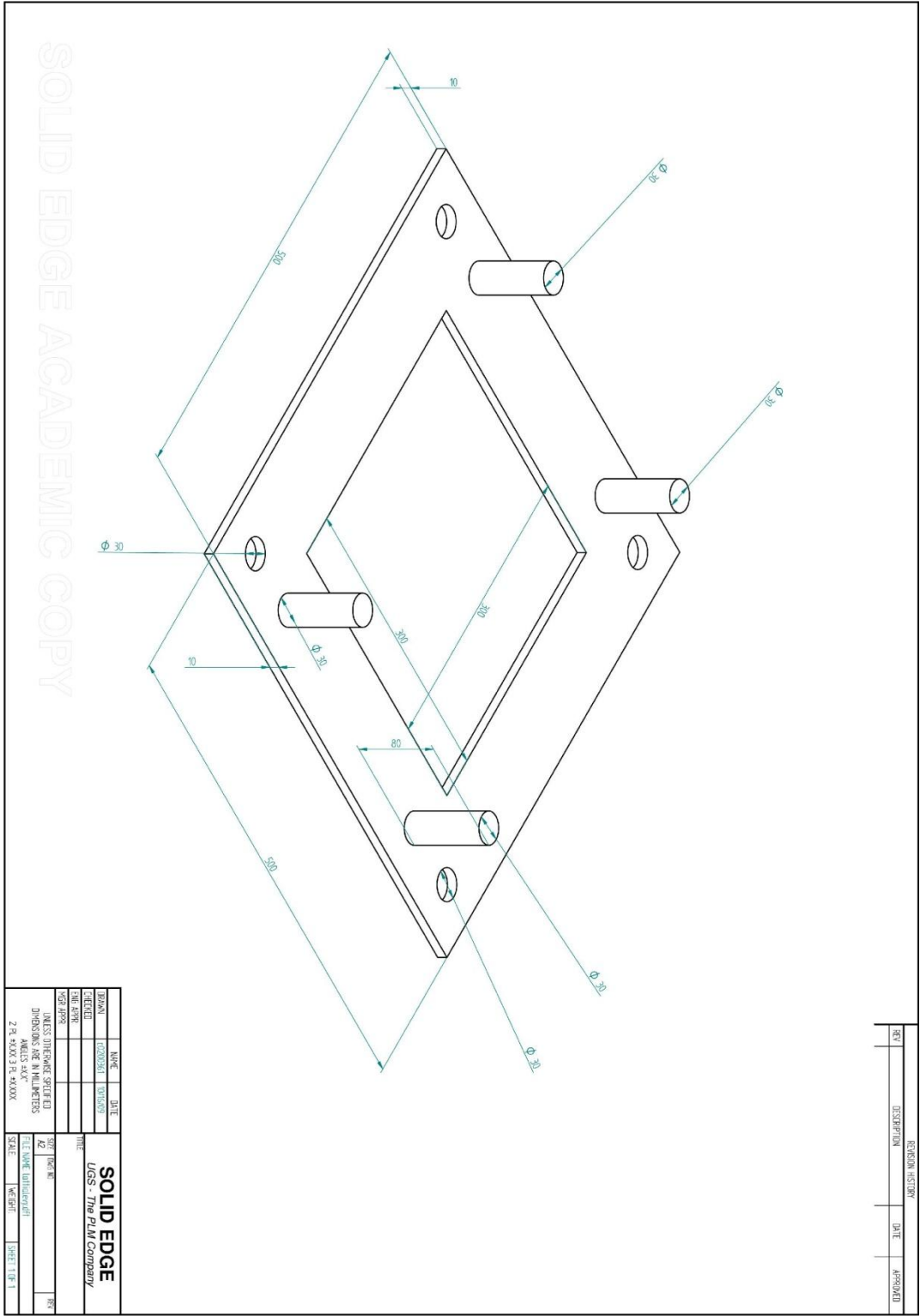
LIITTEET

LIITE 1: Rakennekuvat (1-10)

LIITE 2: Tarjouspyyntö ja tarjous (1-2)

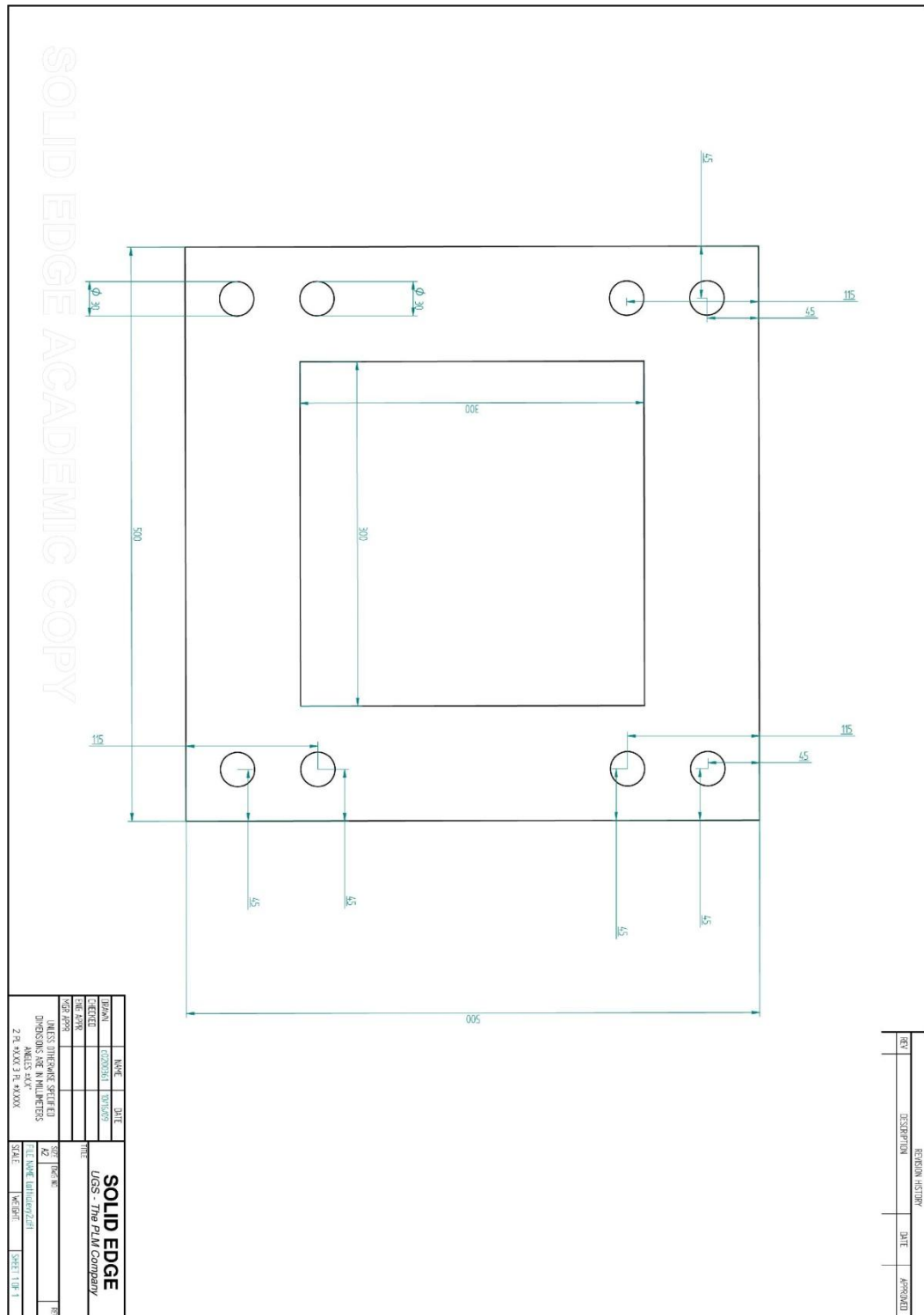
LIITE 3: Robotinlähdöt ja tulot (1-4)

LIITE 1 (1/10)



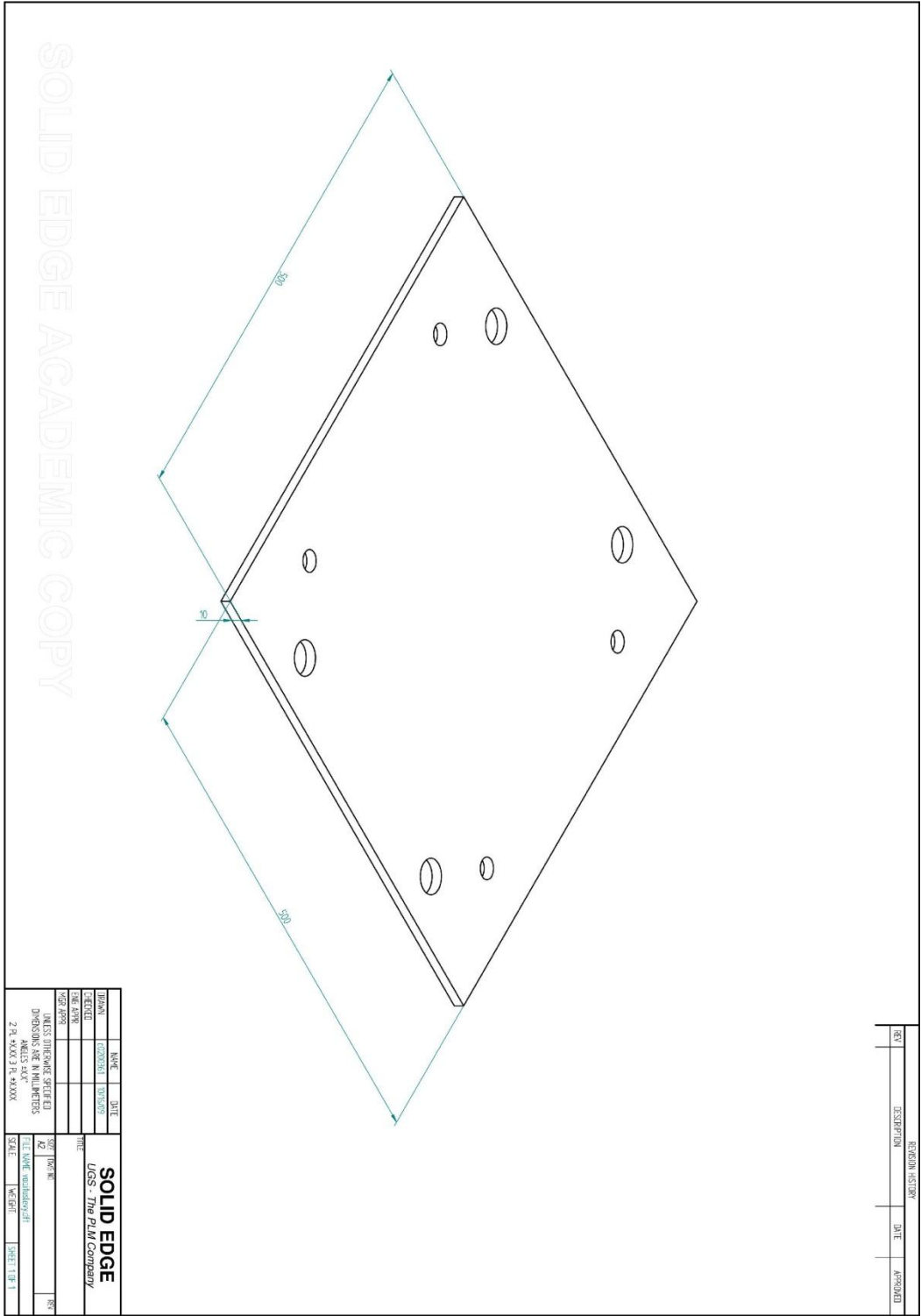
Lattialevy.

LIITE 1 (2/10)



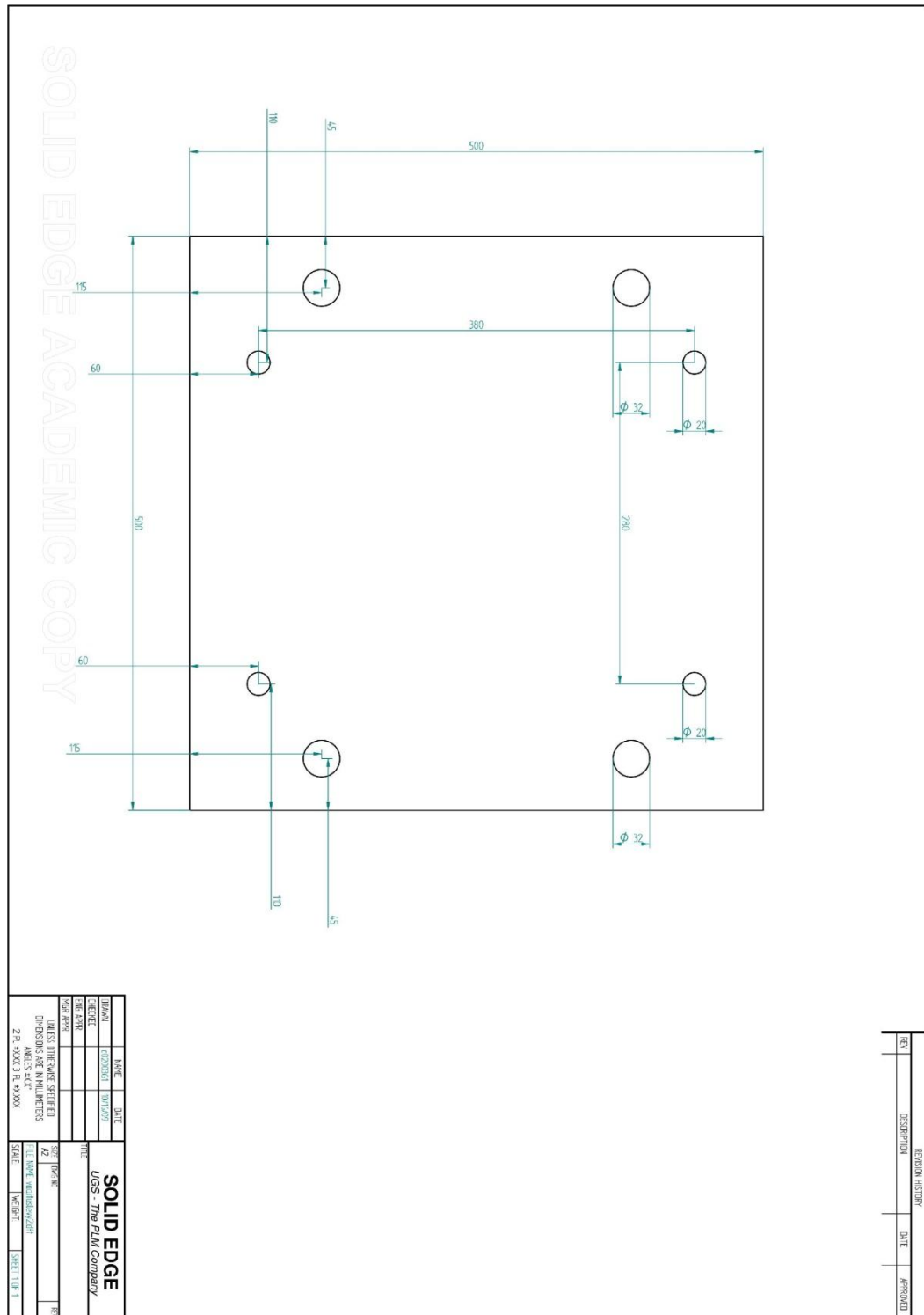
Lattialevy päältä.

LIITE 1 (3/10)



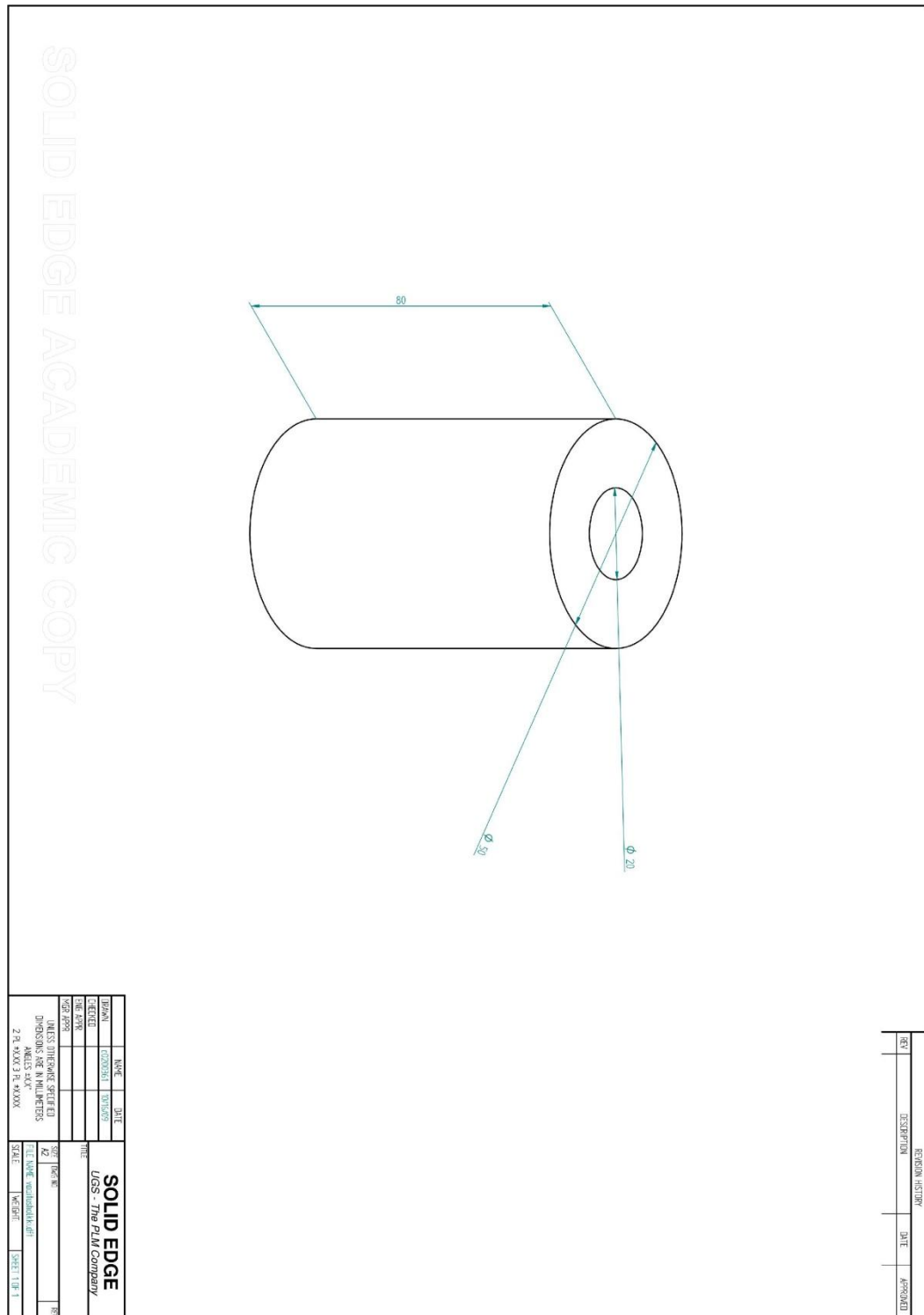
Vaaituslevy.

LIITE 1 (4/10)



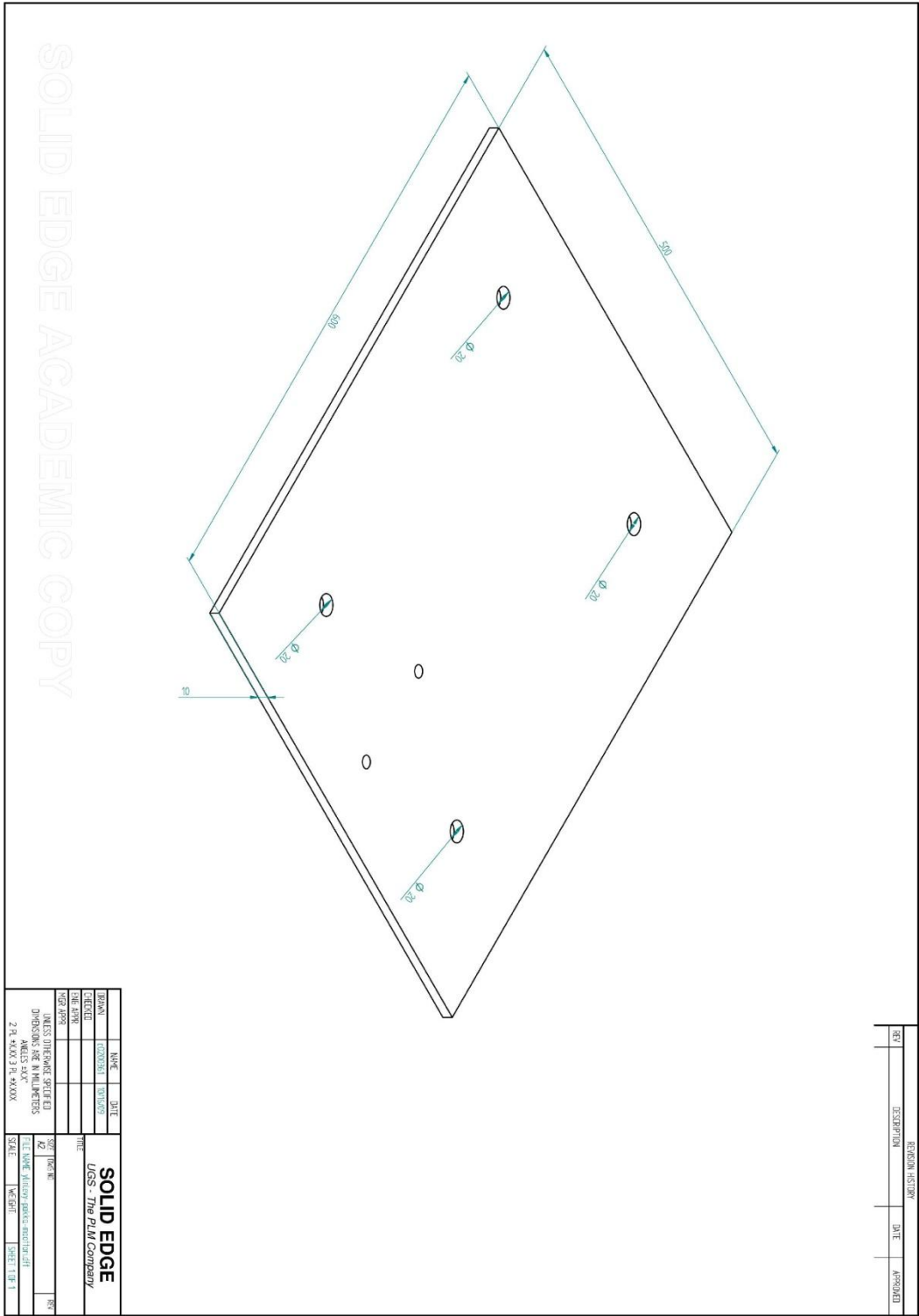
Vaaituslevy päältä

LIITE 1 (5/10)



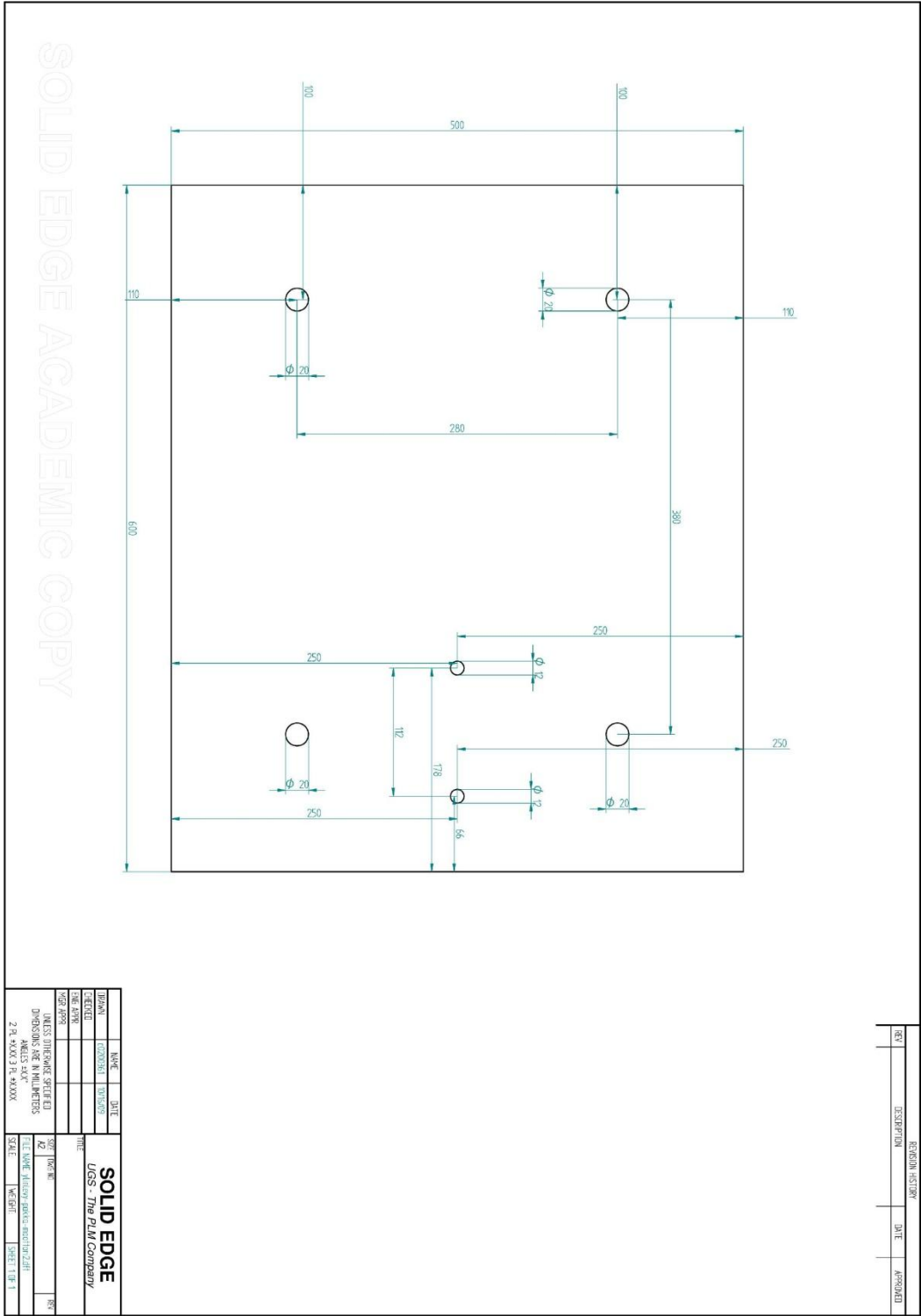
Vaaitusholkki.

LIITE 1 (6/10)



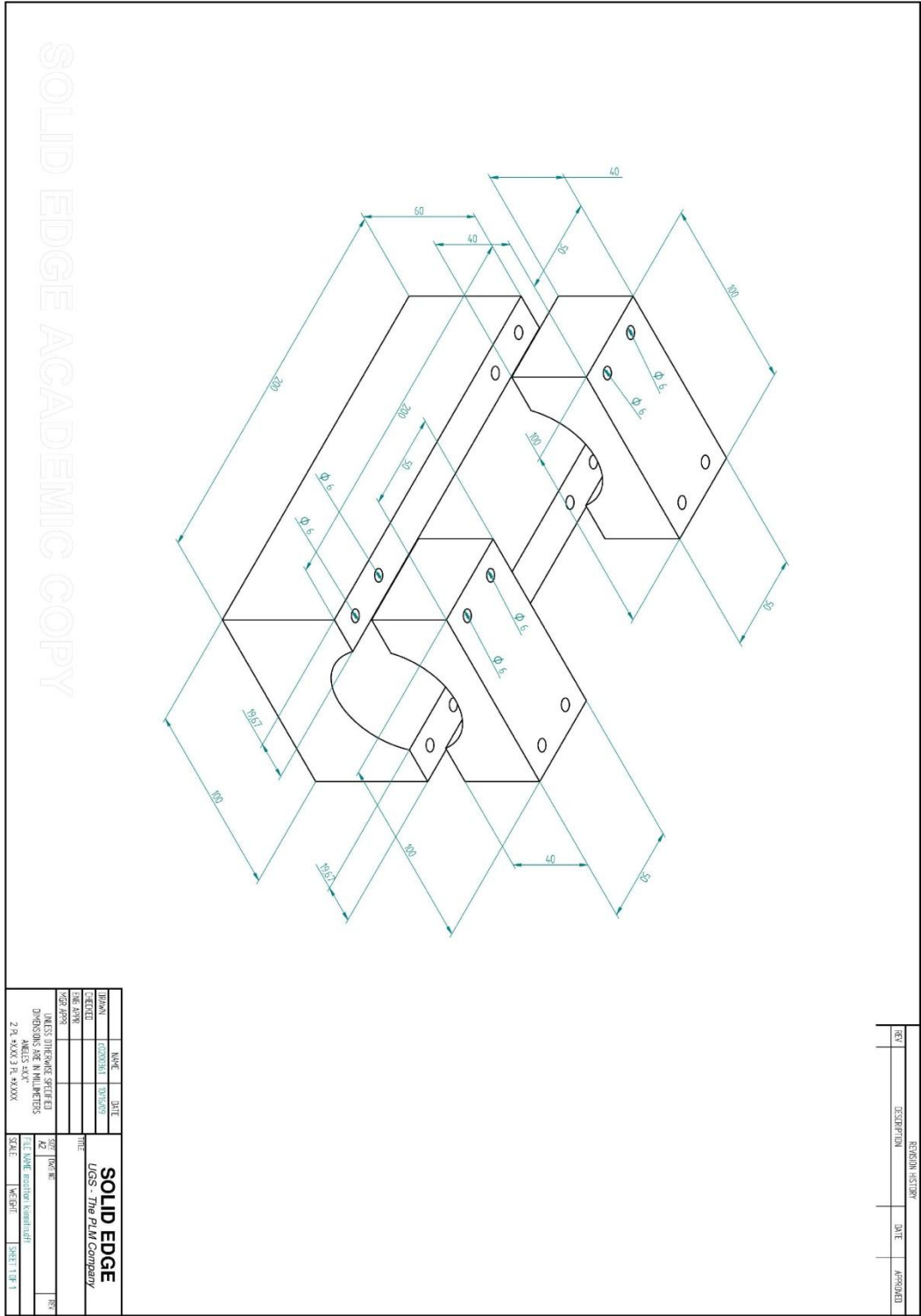
Ylälevy.

LIITE 1 (7/10)



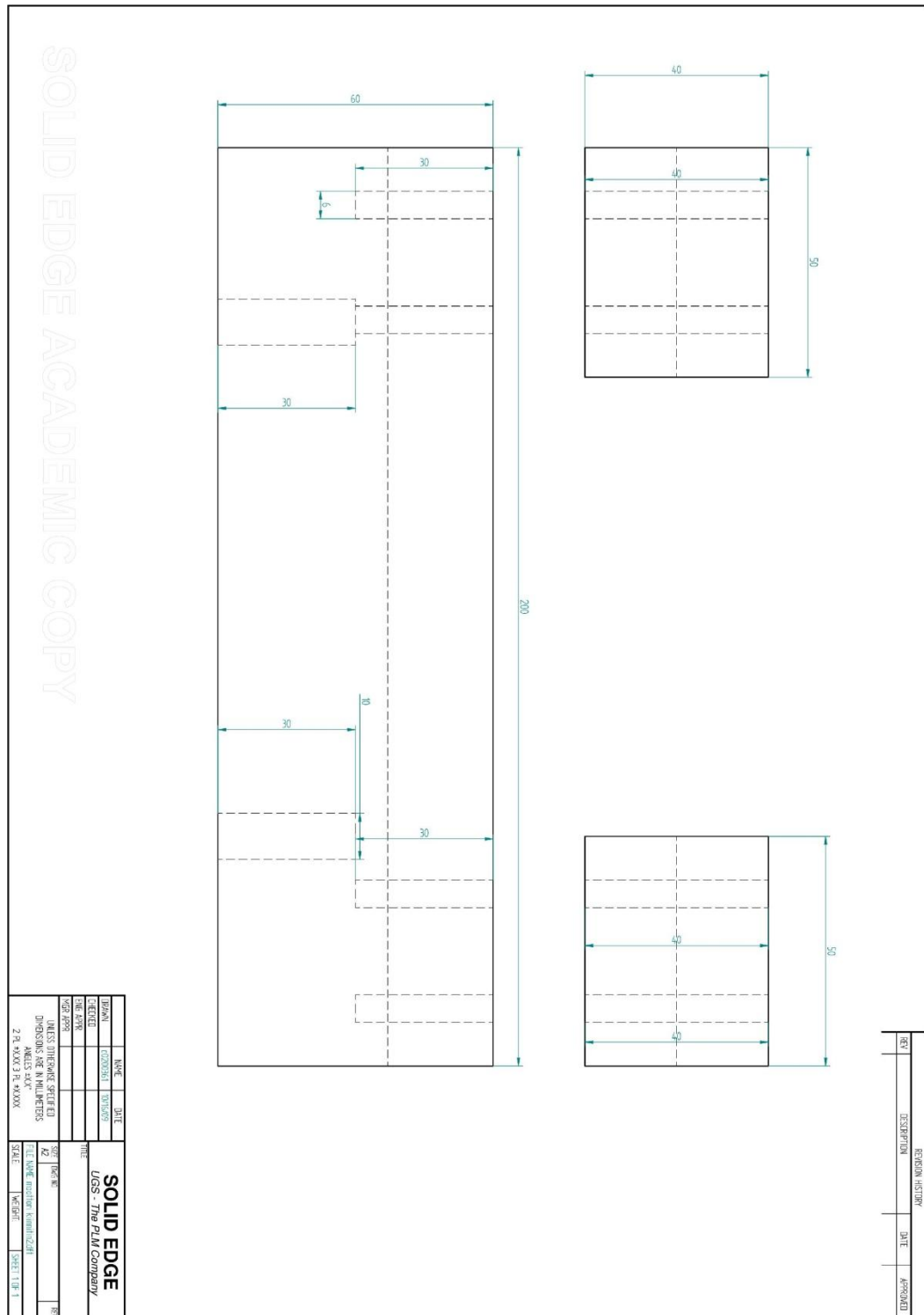
Ylälevy päältä.

LIITE 1 (8/10)



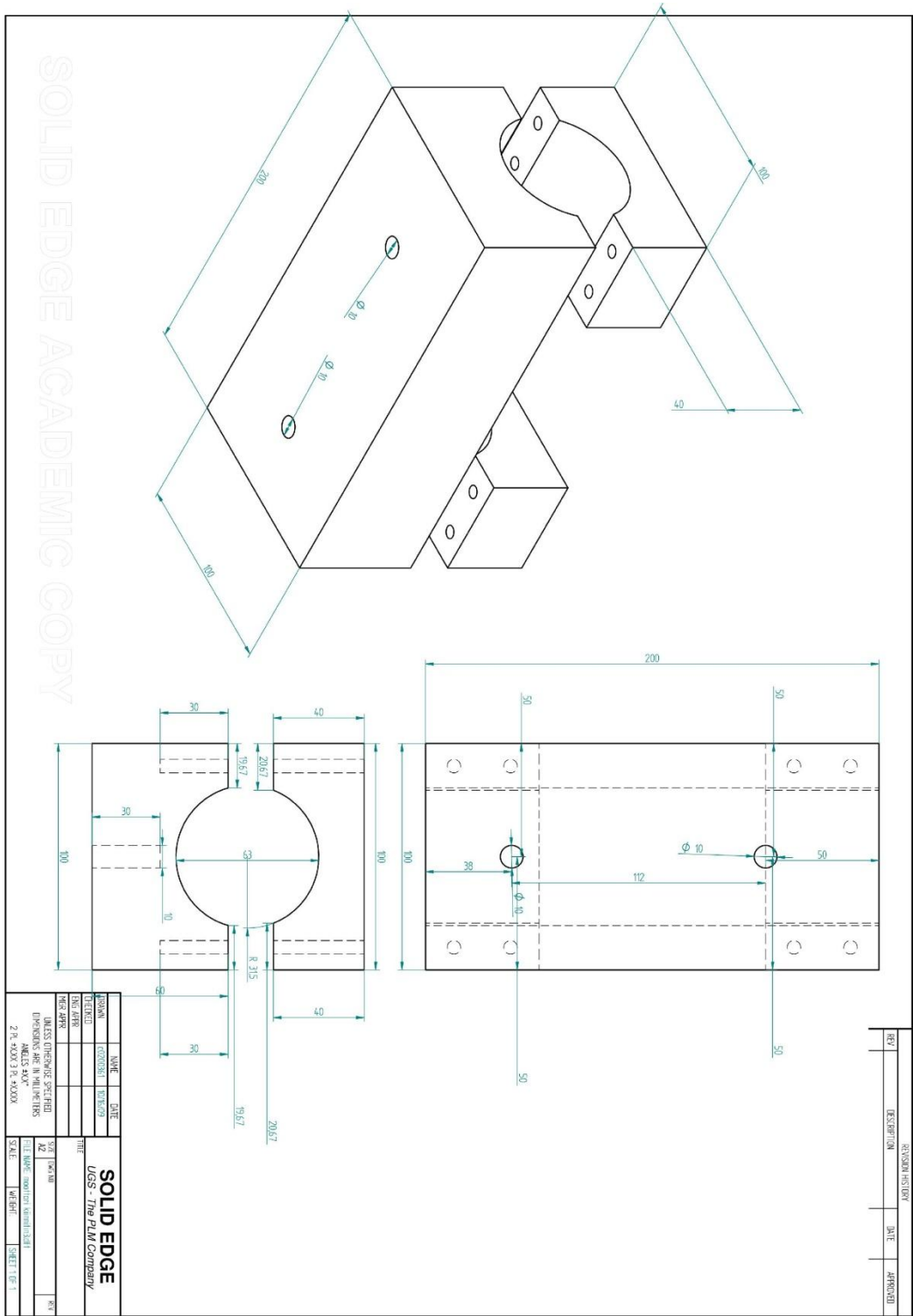
Paineilmamoottorin kiinnitysrauta.

LIITE 1 (9/10)



Paineilmamoottorin kiinnitysrauta sivusta.

LIITE 1 (10/10)



Paineilmamoottorin kiinnitysrauta pohjasta ja päädystä.

Liite 2 (1/2)



TARJOUS 59/2009

1(1)

Toni Manninen

12.11.2004

Juha Kirmanen

Moottori ja tarvikkeet

Tarjoamme seuraavasti

Paineilmamoottori 63-078F03, teho 400w (6bar paineella), kierrosluku 120 1/min (tyhjäkäynti)
hintaa 672,00€ /pcs net alv 0%

63-078F05, teho 600w (6bar paineella), kierrosluku 120 1/min (tyhjäkäynti)
hintaa 713,00€ /pcs net alv 0%

Paineilmaventtiili Pimatic 5/3 24v hintaa 42.46€ /pcs net alv. 0%

Paineilmaletkut 3m + liittimet hintaa 5,48€ /pcs net alv 0%

Toimitusaika 2-3 vko tilauksestanne

Toimitusehto FCA Hyvinkää

Maksuehto 30 pv netto

Myyntiehdot Noudatamme Teknisen Kaupan Liiton myyntiehtoja (TKL 04)

Toivomme tarjouksen soveltuvan Teille.

Ystävällisin terveisin

PNEUMACON OY

Toni Manninen

PNEUMACON OY
Palo-ojantie 5
05810 HYVINKÄÄ

Puh. 010 778 1400
Fax 010 778 1401
Y-tunnus 0959678-7

Nordea 222118-21070
Sampo 800015-70301904
Alv rek

LIITE 2 (2/2)

Juha Kirmanen
Pehtoorinkuja 2 b4
62200 kauhava

Tarjouspyyntö
28.9.2009

1. Paineilma tarvikkeita

Pyydän yritystänne tekemään kirjallisen tarjouksen paineilmatarvikkeista toteutettavaan lopputyöhöni. Lopputyö koskee eräänlaista osakeskitintä, joka toteutetaan yksinkertaisella paineilmajärjestelmällä. Tarvikkeisiin kuuluvat paineilmaletkut, paineilmamoottori ja paineilmaventtiili. Moottorin on tarkoitus pyörittää itsekeskitettävää halkaisijaltaan n.30cm sorvinistukkaa.

2. Tarvikkeet ja moottori

- Paineilmamoottori
 - kokoluokka 400-600w
 - Maks.vääntömomentti n.60-80nm
 - Kierrosluku, 1/min (tyhjäkäynti) n. 100-200
- Paineilmaventtiili
 - 5/3 magneettiventtiili (sähköohjattu ja jousipalautteinen +24v)
- paineilmaletkut
 - 2kpl 3m (toisessa päässä liitin moottoriin toisessa liitin 5/2 sähköohjattuun magneettiventtiiliin)

3. Tarjoukset

Tarjoukset tarvitsisin mahdollisimman pian ja ne voi lähettää minulle sähköpostitse juha.kirmanen@netikka.fi. Lisätietoja voi soittaa minulta numerosta 050-3515496.

LIITE 3 (1/4)

JÄNNITTEET

MAX KUORMA YHTEENSÄ 2 A
MAX KUORMA / LÄHTÖ 0.3 A

ROB +24V CRM2A/49
ROB +24V CRM2A/50
ROB +24V CRM2B/49
ROB +24V CRM2B/50
ROB 0V CRM2A/17
ROB 0V CRM2A/18
ROB 0V CRM2B/17
ROB 0V CRM2B/18

LÄHTÖJEN KONFIGUROINTI RJ3I process I/O DIGITAL OUTPUT.

#		RANGE	RACK	SLOT	START
1	DO[	1 - 8]	0	1	21
2	DO[	9 - 16]	0	1	29
3	DO[	17 - 20]	0	1	37
4	DO[	21 - 24]	0	0	0
5	DO[	25 - 32]	0	1	9
6	DO[	33 - 40]	0	1	17
7	DO[	41 - 256]	0	0	0

#		RANGE	RACK	SLOT	START PT
1	UO[	1- 8]	0	1	1
2	UO[	9- 16]	0	0	0
3	UO[	17- 20]	0	0	0

TULOJEN KONFIGUROINTI

DIGITAL INPUT.

#		RANGE	RACK	SLOT	START
1	DI[	1 - 8]	0	1	19
2	DI[	9 - 16]	0	1	27
3	DI[	17 - 22]	0	1	35
4	DI[	23 - 24]	0	0	0
5	DI[	25 - 32]	0	1	9
6	DI[	33 - 40]	0	1	17
7	DI[	41 - 256]	0	0	0

1	UI[	1- 8]	0	1	1
2	UI[	9- 16]	0	0	0
3	UI[	17- 18]	0	0	0

LIITE 3 (2/4)

TULOT RIVILIITTIMELLÄ

UI[1]	CRM2A/01	*IMSTP
UI[2]	CRM2A/02	*HOLD
UI[3]	CRM2A/03	*SFSPD
UI[4]	CRM2A/04	CSTOPI
UI[5]	CRM2A/05	FAULT RESET
UI[6]	CRM2A/06	START
UI[7]	CRM2A/07	HOME
UI[8]	CRM2A/08	ENBL

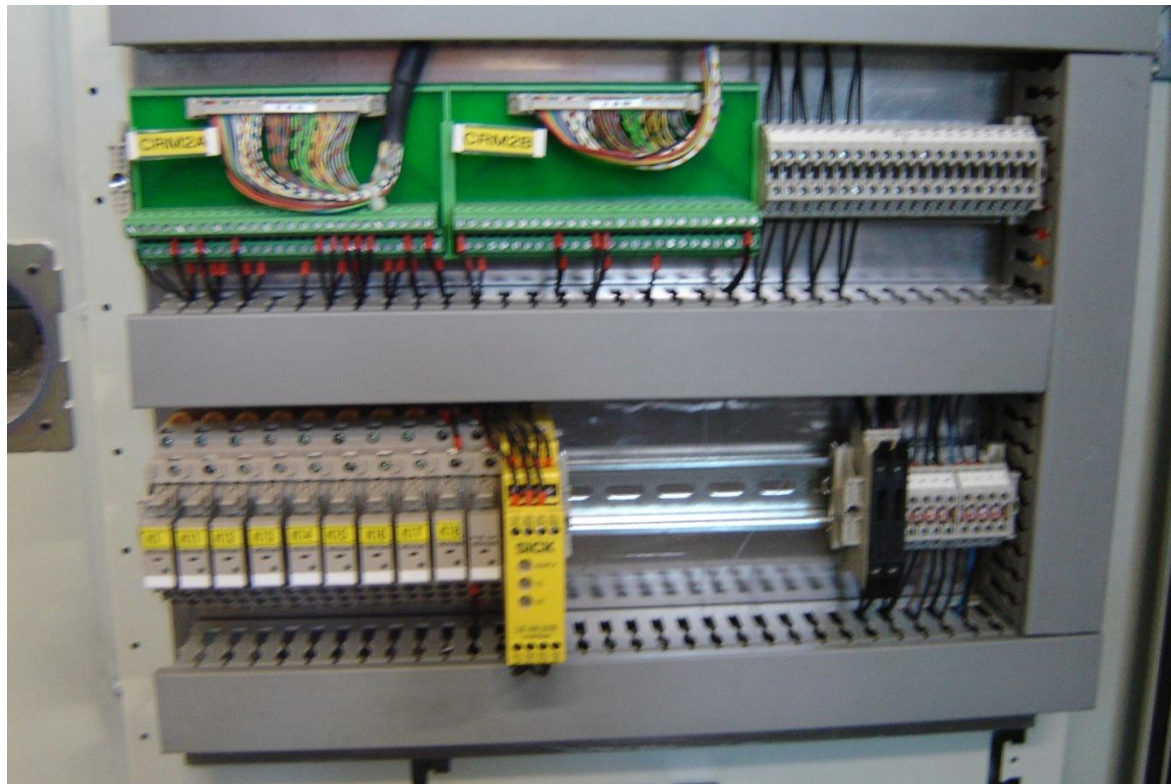
DI[1]	CRM2A/31
DI[2]	CRM2A/32
DI[3]	CRM2B/01
DI[4]	CRM2B/02
DI[5]	CRM2B/03
DI[6]	CRM2B/04
DI[7]	CRM2B/05
DI[8]	CRM2B/06
DI[9]	CRM2B/07
DI[10]	CRM2B/08
DI[11]	CRM2B/09
DI[12]	CRM2B/10
DI[13]	CRM2B/11
DI[14]	CRM2B/12
DI[15]	CRM2B/13
DI[16]	CRM2B/14
DI[17]	CRM2B/15
DI[18]	CRM2B/16
DI[19]	CRM2B/29
DI[20]	CRM2B/30
DI[21]	CRM2B/31
DI[22]	CRM2B/32
DI[25]	CRM2A/09
DI[26]	CRM2A/10
DI[27]	CRM2A/11
DI[28]	CRM2A/12
DI[29]	CRM2A/13
DI[30]	CRM2A/14
DI[31]	CRM2A/15
DI[32]	CRM2A/16
DI[33]	CRM2A/29
DI[34]	CRM2A/30

LIITE 3 (3/4)

LÄHDÖT RIVILIITTIMELLÄ

UO[1]	CRM2A/33	CMDENBL
UO[2]	CRM2A/34	SYSRDY
UO[3]	CRM2A/35	PROGRUN
UO[4]	CRM2A/36	PAUSED
UO[5]	CRM2A/38	HELD
UO[6]	CRM2A/39	FAULT
UO[7]	CRM2A/40	ATPERCH
UO[8]	CRM2A/41	TPENBL
DO[1]	CRM2B/33	
DO[2]	CRM2B/34	
DO[3]	CRM2B/35	
DO[4]	CRM2B/36	
DO[5]	CRM2B/38	
DO[6]	CRM2B/39	
DO[7]	CRM2B/40	
DO[8]	CRM2B/41	
DO[9]	CRM2B/43	
DO[10]	CRM2B/44	
DO[11]	CRM2B/45	
DO[12]	CRM2B/46	
DO[13]	CRM2B/19	
DO[14]	CRM2B/20	
DO[15]	CRM2B/21	
DO[16]	CRM2B/22	
DO[17]	CRM2B/24	
DO[18]	CRM2B/25	
DO[19]	CRM2B/26	
DO[20]	CRM2B/27	
DO[25]	CRM2A/43	
DO[26]	CRM2A/44	
DO[27]	CRM2A/45	
DO[28]	CRM2A/46	
DO[29]	CRM2A/19	
DO[30]	CRM2A/20	
DO[31]	CRM2A/21	
DO[32]	CRM2A/22	
DO[33]	CRM2A/24	
DO[34]	CRM2A/25	
DO[35]	CRM2A/26	
DO[36]	CRM2A/27	

LIITE 3 (4/4)



Riviliittimet Fanuc-robotin ohjainyksikössä.